

Aperçu du Quaternaire à l'embouchure du Saguenay, Québec
An Outline of the Quaternary of the Saguenay at its Entry
Einblick ins Quaternär an der Mündung des Saguenay, Québec

Jean-Claude Dionne et Serge Occhietti

Volume 50, numéro 1, 1996

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/033072ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/033072ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (imprimé)

1492-143X (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Dionne, J.-C. & Occhietti, S. (1996). Aperçu du Quaternaire à l'embouchure du Saguenay, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 50(1), 5–34.
<https://doi.org/10.7202/033072ar>

Résumé de l'article

À l'embouchure du Saguenay, près de la tête du chenal Laurentien, le Quaternaire est représenté par un ensemble original d'unités morpho-sédimentaires dont le delta perché (120-125 m) de Tadoussac, le remblaiement fluvio-marin de la vallée de la rivière du Moulin à Baude, la terrasse marine de 60 m à la pointe aux Vaches, la terrasse composite à la pointe aux Alouettes, les grandes terrasses à rythmites limono-argileuses des pointes Hubert et au Bouleau, la vaste batture de la pointe aux Alouettes et trois crêtes en arc de cercle submergées. D'après les dates au ^{14}C et l'aminochronologie sur fragments de coquillages dans un dépôt sableux à la pointe aux Alouettes, d'un âge égal ou supérieur à 35 ka, la région fut déglacée au cours d'un interstade du Wisconsinien. Cet événement marin fut suivi d'une phase de sédimentation sableuse à rudites, d'une phase de marge glaciaire flottante, puis d'un ou de plusieurs épisodes glaciaires. À la fin du Wisconsinien, la déglaciation partielle de la région et l'invasion précoce de la Mer de Goldthwait commencent avant 11,1 ka. Des bancs diamictiques intercalés dans les argiles marines et un till observé au sud de l'embouchure du Saguenay, l'épandage fluvioglaciaire à 120-125 m d'altitude, à Tadoussac, mis en place entre 11 et 10,6 ka, et au moins l'une des crêtes morainiques submergées sont attribuées à l'épisode de Saint-Narcisse. La Mer de Goldthwait a ensuite, au moins dès 10,4 ka, envahi les dépressions libres de glace jusqu'à une altitude maximale relative de 140-150 m, tandis qu'une langue de glace subsistait dans le fjord et que la marge de l'Inlandsis laurentidien sur les hautes terres du Bouclier reculait par amincissement. Le relèvement isostatique a été rapide, le niveau de 20 m étant atteint vers 8 ka. Vers 6 ka le niveau marin relatif était voisin du niveau actuel. Il est remonté ensuite construisant, à 6 m d'altitude, la terrasse Mitis, datée entre 1,2 et 1,6 ka.

APERÇU DU QUATERNAIRE À L'EMBOUCHURE DU SAGUENAY, QUÉBEC

Jean-Claude DIONNE et Serge OCCHIETTI*, respectivement, Département de géographie et Centre d'études nordiques, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4 et Département de géographie et GÉOTOP, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, succursale Centre-ville, Montréal, Québec H3C 3P8.

RÉSUMÉ À l'embouchure du Saguenay, près de la tête du chenal Laurentien, le Quaternaire est représenté par un ensemble original d'unités morfo-sédimentaires dont le delta perché (120-125 m) de Tadoussac, le remblaiement fluvio-marin de la vallée de la rivière du Moulin à Baude, la terrasse marine de 60 m à la pointe aux Vaches, la terrasse composite à la pointe aux Alouettes, les grandes terrasses à rythmites limono-argileuses des pointes Hubert et au Bouleau, la vaste batture de la pointe aux Alouettes et trois crêtes en arc de cercle submergées. D'après les dates au ^{14}C et l'aminochronologie sur fragments de coquillages dans un dépôt sableux à la pointe aux Alouettes, d'un âge égal ou supérieur à 35 ka, la région fut déglacée au cours d'un interstade du Wisconsinien. Cet événement marin fut suivi d'une phase de sédimentation sableuse à rudites, d'une phase de marge glaciaire flottante, puis d'un ou de plusieurs épisodes glaciaires. À la fin du Wisconsinien, la déglaciation partielle de la région et l'invasion précoce de la Mer de Goldthwait commencent avant 11,1 ka. Des bancs diamictiques intercalés dans les argiles marines et un till observé au sud de l'embouchure du Saguenay, l'épandage fluvioglaciaire à 120-125 m d'altitude, à Tadoussac, mis en place entre 11 et 10,6 ka, et au moins l'une des crêtes morainiques submergées sont attribuées à l'épisode de Saint-Narcisse. La Mer de Goldthwait a ensuite, au moins dès 10,4 ka, envahi les dépressions libres de glace jusqu'à une altitude maximale relative de 140-150 m, tandis qu'une langue de glace subsistait dans le fjord et que la marge de l'Inlandsis laurentidien sur les hautes terres du Bouclier reculait par amincissement. Le relèvement isostatique a été rapide, le niveau de 20 m étant atteint vers 8 ka. Vers 6 ka le niveau marin relatif était voisin du niveau actuel. Il est remonté ensuite construisant, à 6 m d'altitude, la terrasse Mitis, datée entre 1,2 et 1,6 ka.

ABSTRACT *An outline of the Quaternary of the Saguenay at its entry.* The outlet of the Saguenay fiord, near the head of the Laurentian Channel, is characterised by a sequence of original morfo-sedimentary units including a raised (120-125 m) delta at Tadoussac, a thick fluvio-marine valleyfill in Rivière du Moulin à Baude, a 60-m high marine terrace at Pointe aux Vaches, a complex terrace at Pointe aux Alouettes, wide silty-clayey (rhythmites) terraces at Pointe Hubert and Pointe au Bouleau, a large tidal flat at Pointe aux Alouettes, and three submerged half-moon shaped ridges. According to ^{14}C dates and aminochronology on shell fragments from a relict sand deposit at Pointe aux Alouettes, 35 ka or older, the area was ice-free during a Wisconsinian interstadial. This marine event was followed by a period of sand and gravel deposition, a period of marginal ice shelf deposition, and by one or several glacial episodes. During Late Wisconsinian, partial deglaciation and marine submergence occurred before 11.1 ka. Diamicts interstratified with marine clay and a till deposit occurring to the S of the fjord outlet, the outwash raised delta at Tadoussac built between 11 and 10.6 ka are correlated with the St. Narcisse event. Subsequently, the Goldthwait Sea at least by 10.4 ka submerged the ice-free topographic depressions of the Laurentian Shield to a relative level 140-150 m. Then the Laurentide Ice Sheet retreated to the NW progressively thinning on the highlands while an ice tongue remained in the fjord. This isostatic recovery has been rapid, the 20-m level being emerged by 8 ka. Around 6 ka, the relative sea-level was approximately that of today. It rose subsequently, building the 6-m Mitis terrace dated between 1.2 and 1.6 ka.

ZUSAMMENFASSUNG *Einblick ins Quaternär an der Mündung des Saguenay, Québec.* An der Mündung des Saguenay, nahe der Stirnseite des laurentischen Kanals, ist das Quaternär durch eine eigentümliche Sequenz morfo-sedimentärer Einheiten dokumentiert. Dazu gehören das Hängedelta (120-125 m) von Tadoussac, die fluvio-marine Aufschüttung des Flußtals von Rivière du Moulin à Baude, die 60 m hohe marine Terrasse von Pointe aux Vaches, die zusammengesetzte Terrasse von Pointe aux Alouettes, die großen, schlick-tonhaltigen in Rhythmen verlaufenden Terrassen von Pointe Hubert und Pointe au Bouleau, die ausgedehnte Gezeitebene der Pointe aux Alouettes und drei bogenförmige untergetauchte Schwellen. Aus den ^{14}C -Daten und der Aminochronologie auf Muschelfragmenten in einer sandigen Ablagerung von Pointe aux Alouettes gleichen Alters oder älter als 35 ka geht hervor, daß das Gebiet im Laufe eines Interstadials des Wisconsiniums enteist wurde. Auf dieses marine Ereignis folgte eine Phase der Sand- und Kieselablagerung, eine Phase der Ablagerung von Schelfeis und einer oder mehrerer glazialer Episoden. Am Ende des Wisconsiniums begann die teilweise Enteisung des Gebiets und die frühe Invasion der Goldthwait-See vor 11,1 ka. Der Episode von Saint-Narcisse werden zwischen den Meereslehm geschobene diamiktische Bänke und ein südlich der Mündung des Saguenay beobachtetes Till zugeordnet, sowie die fluvioglaziale Aufschwemmung in 120-125 m Höhe zwischen 11 und 10,6 ka bei Tadoussac, und mindestens eine der untergetauchten moränenartigen Schwellen. Die Goldthwait-See hat danach mindestens seit 10,4 ka die eisfreien Niederungen bis zu einer relativen maximalen Höhe von 140-150 m überschwemmt, während eine Eiszunge im Fjord weiterbestand und der Rand des laurentischen Inlandeises auf den Hochebenen des Schilds durch Ausdünnung zurückwich. Die isostatische Anhebung geschah schnell, das Niveau von 20 m Höhe wurde gegen 8 ka erreicht. Um 6 ka war das relative Meeresniveau dem heutigen ähnlich. Es ist danach angestiegen und hat in 6 m Höhe die Terrasse von Mitis angelegt, die auf zwischen 1,2 und 1,6 ka datiert wird.

INTRODUCTION

On connaît peu de choses sur le Quaternaire du Saguenay, le seul fjord du Québec méridional. Levée il y a longtemps (Dionne, 1972a), la carte des formations meubles n'a pas été exploitée et n'a pas donné lieu à un rapport de synthèse sur les événements géologiques survenus au Quaternaire. À l'exception de deux textes anciens (Dawson, 1865 ; Coleman, 1927), il existe peu de travaux concernant le Quaternaire du secteur à l'embouchure du Saguenay (Dionne, 1972b, 1986, 1989, 1994a).

Jusqu'à récemment, on ne possédait que deux dates au radiocarbone permettant d'estimer l'âge de la déglaciation et de la submersion goldthwaitienne dans la région de Tadoussac (Dionne, 1977). La plus ancienne (1-5922 : 10 400±150 BP) semblait indiquer une déglaciation tardive du fjord et de ses abords, alors que deux dates au ^{14}C pour la partie sud du Lac-Saint-Jean laissaient penser plutôt à une transgression plus précoce (LaSalle, 1965 ; LaSalle et Rondot, 1967).

Les travaux réalisés au cours des dernières années dans le cadre de la révision de la carte des formations meubles du Saguenay (Dionne, 1972a)¹ et des levés stratigraphiques complémentaires ont permis d'augmenter sensiblement la quantité de données sur la région. La présente contribution fait le point sur les connaissances concernant le Quaternaire dans le secteur à l'embouchure du Saguenay, propose un schéma stratigraphique, contribue à la reconstitution de la déglaciation régionale et de l'invasion marine postglaciaire et apporte de nouveaux éléments à la séquence des paléo-environnements du Pléistocène et de l'Holocène de l'estuaire du Saint-Laurent.

MÉTHODES

L'agencement des corps sédimentaires du Pléistocène supérieur et de l'Holocène, à l'embouchure du Saguenay, est le reflet d'un contexte original et particulièrement diversifié : fluctuations à la marge d'un inlandsis et individualisation d'une langue de glace tardive dans un fjord, dans une région à relief contrasté, affectée par glacio-isostasie et soumise à un relèvement glacio-isostatique rapide. Le contexte est estuarien et le niveau de base est régi par le relèvement rapide du niveau eustatique en période de déglaciation et par les fluctuations mondiales de l'Holocène moyen et récent, le tout dans un court laps de temps.

Cet agencement et la reconstitution de la séquence d'événements de ce contexte original sont établis en tenant compte de l'ensemble des données accumulées par le premier auteur depuis 1970, puis complétées depuis 1992 en collaboration. La cartographie des dépôts meubles, l'identification des formes construites, l'inventaire des coupes naturelles et des unités visibles, l'identification des fossiles et la majorité des

échantillons soumis à une datation par le ^{14}C relèvent du premier auteur. Des levés stratigraphiques détaillés, surtout sur la falaise de la pointe aux Alouettes, et un échantillonnage complémentaire ont été établis en collaboration. Les deux auteurs ont mis leur expérience en commun, notamment sur la dynamique des littoraux et les paléo-environnements quaternaires et sur la stratigraphie pour définir la nature, l'extension latérale et l'agencement vertical des faciès. Les datations au radiocarbone ont été faites par différents laboratoires alors que les analyses des acides aminés ont été réalisées au GÉOTOP (Université du Québec à Montréal).

La reconstitution des événements paléo-environnementaux s'est révélée particulièrement délicate à cause des lacunes d'observation et du morcellement des corps sédimentaires présents dans la région. En raison du relèvement isostatique rapide, l'âge et l'altitude sont les critères déterminants pour établir les relations entre les dépôts antérieurs à l'Holocène moyen. Les dépôts de l'Holocène moyen et récent font l'objet d'une étude séparée (Dionne, 1996a).

OBSERVATIONS ET DONNÉES

Traits caractéristiques du milieu

La région de Tadoussac² est située sur la rive nord de l'estuaire du Saint-Laurent (69°43' O, 48°07' N), à environ 200 km au NE de Québec (fig. 1). Elle se trouve à la limite entre le moyen estuaire et l'estuaire maritime.

En majeure partie rocheuse, cette région est caractérisée par la présence du Saguenay, un fjord d'une centaine de kilomètres de longueur³ et de 2 à 3 km de largeur, en moyenne, encaissé dans le Bouclier laurentidien selon une orientation générale ONO-ESE. Ses rives escarpées et rocheuses atteignent entre 150 et 300 m de hauteur, alors que la profondeur d'eau maximale n'excède pas 275 m. À l'instar des fjords norvégiens, la topographie du fond est irrégulière, comprend des ombilics et des seuils et d'épais dépôts meubles (Drainville, 1968 ; Schafer *et al.*, 1990 ; Praeg et Syvitski, 1991).

Dans la région étudiée, on trouve trois grandes unités physiographiques : des hautes terres correspondant au Bouclier laurentidien, des zones de plaine et des terrasses (fig. 2). Le paysage est toutefois dominé par le Bouclier laurentidien. Formé de roches ignées et métamorphiques (granite, gneiss, pegmatites) et méta-sédimentaires (schistes, micaschistes et gneiss) (Miller, 1973), il occupe plus de 80 % de la superficie. L'altitude moyenne est de 200-250 m. Le socle précambrien forme non seulement les rives du Saguenay, mais aussi la rive nord du Saint-Laurent de part et d'autre de Tadoussac et de Baie-Sainte-Catherine. Un grand abrupt souligne le contact entre le Bouclier et la vallée du Saint-Laurent. La plupart des collines, en particulier les

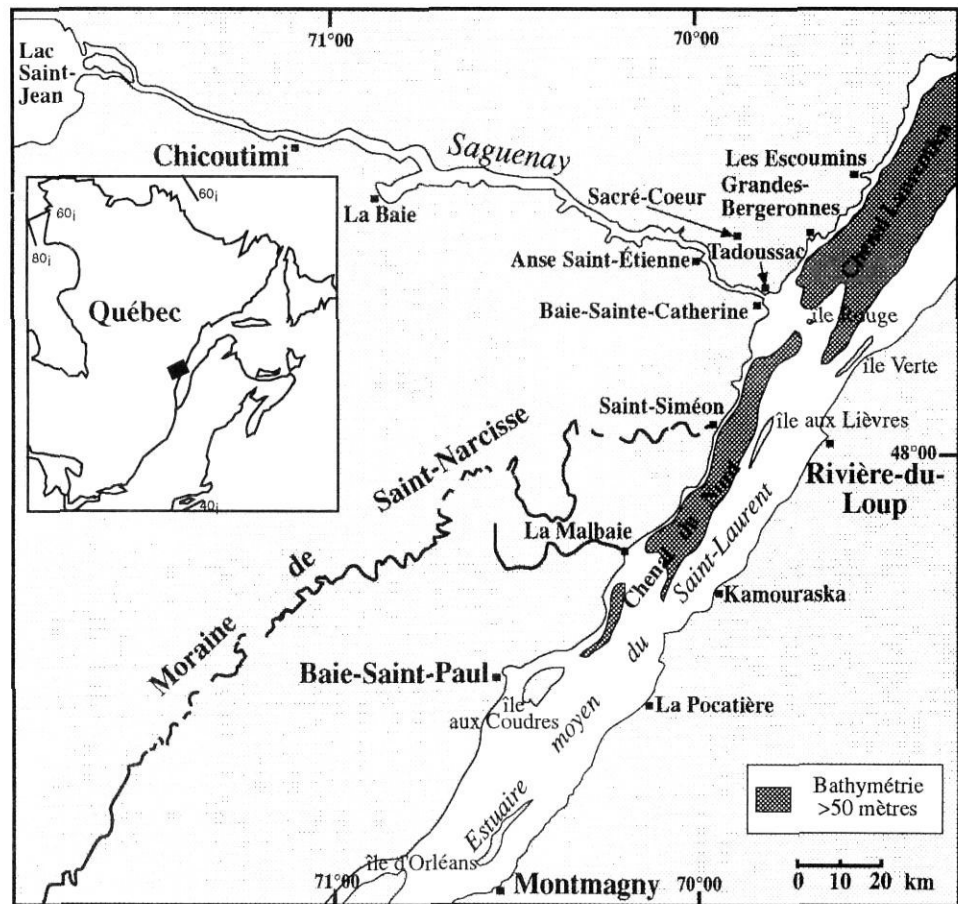
1. Signalons en passant l'existence d'une autre série de *Cartes de dépôts de surface* couvrant le même territoire produites par le Service de l'inventaire forestier du ministère de l'Énergie et des Ressources (Québec, 1990). À en juger par la carte 22 C/4 (Tadoussac), la valeur de ce *Document de travail* nous semble fort discutable.

2. Le nom de Tadoussac, Totouskad, en montagnais, signifie mamelles et réfère aux collines rocheuses arrondies de l'endroit (Québec, 1994).

3. La longueur du Saguenay entre Tadoussac et la Grande Décharge est cependant d'environ 165 km (Drainville, 1968).

FIGURE 1. Carte de localisation, noms de lieu et cadre général du Saguenay et du moyen estuaire du Saint-Laurent montrant le tracé de la Moraine de Saint-Narcisse (d'après LaSalle *et al.*, 1977). Limite glaciaire probable lors de la phase de réavancée glaciaire précoce associée à la Moraine de Saint-Narcisse, vers 11 000 BP. Les épandages prodeltaïques dans la Mer de Goldthwait ont précédé cette réavancée, comme l'attestent les diamictons interstratifiés et les âges au ^{14}C .

Location map, place names and general context of the Saguenay fiord and the middle St. Lawrence estuary showing the position of the Saint-Narcisse frontal Moraine (according to LaSalle *et al.*, 1977). Probable limit of the Laurentide Ice Sheet during to the early glacial readvance phase of the St. Narcisse Moraine, circa 11 000 BP. The deposition of the prodelta silty clay preceded the readvance according to the interstratified diamictons and ^{14}C ages.



plus hautes, sont dénudées. Là où elle existe, la couche de till est généralement mince.

L'arrière-pays comprend aussi de vastes étendues planes formant un ensemble de basses terres entre les collines rocheuses, à une altitude inférieure à 150 m. Il s'agit de paléo-dépressions qui ont été remblayées lors de la déglaciation et de la transgression marine et qui présentent un paysage de plaine. Sur la rive gauche du Saguenay, la vaste plaine sablo-argileuse du secteur de Sacré-Cœur se prolonge jusqu'au Saint-Laurent par la vallée de la rivière du Moulin à Baude. Sur la rive droite du Saguenay, la principale zone remblayée se trouve dans la région de l'anse Saint-Étienne.

La troisième unité physiographique de la région étudiée consiste en un complexe de terrasses découpées dans des formations meubles à Tadoussac et à Baie-Sainte-Catherine. Les principales terrasses se trouvent respectivement à 6, 20, 30, 40, 60-65 et 120-130 m d'altitude. Au front des terres émergées, un vaste estran (la batture aux Alouettes), d'une largeur comprise entre 3 et 5,5 km, s'étend de l'anse du Chafaud aux Basques, au SO, jusqu'à la baie de Sainte-Catherine, au NE. La position, à l'embouchure du Saguenay, de cette vaste plate-forme taillée dans des argiles et limons stratifiés est inhabituelle. À première vue, elle semble en rapport avec la péninsule de la pointe aux Alouettes. Il ne s'agit pas d'un haut-fond rocheux ni d'un strandflat.

Les marques d'écoulement glaciaire⁴

Dans la région du Saguenay - Lac-Saint-Jean, l'écoulement principal s'est fait du NO vers le SE selon une direction grossièrement parallèle au Saguenay (Dionne, 1973). Près de l'embouchure du fjord, la majorité des affleurements rocheux regroupent des stries ayant une orientation comprise entre 110° et 140° (fig. 3). Dans le secteur Tadoussac - Sacré-Cœur - Grandes-Bergeronnes, la dominante est 130° - 140° , alors que dans le secteur opposé, l'écoulement est plutôt ONO-ESE avec dominante autour de 110° - 120° . Il existe aussi à quelques endroits des marques glaciaires indiquant un écoulement NNO-SSE (160° - 170°), alors que sur le rivage actuel quelques affleurements rocheux portent des stries indiquant un écoulement vers le NE.

L'âge absolu de ces marques d'écoulement n'est pas connu. En raison du caractère glaciaire érosif dominant dans la région, nous pensons que les écoulements reconstitués sont tous liés au Wisconsinien supérieur et plus particulièrement à la déglaciation. Les systèmes NO-SE et ONO-ESE prévalant à la surface du Bouclier et sur le rivage de part et d'autre du Saguenay sont probablement associés à la phase de retrait généralisé. Les stries orientées NE sont attribuées

4. Comprend aussi des rainures, cannelures, broutures et autres marques du plancher glaciaire (Laverdière *et al.*, 1985).

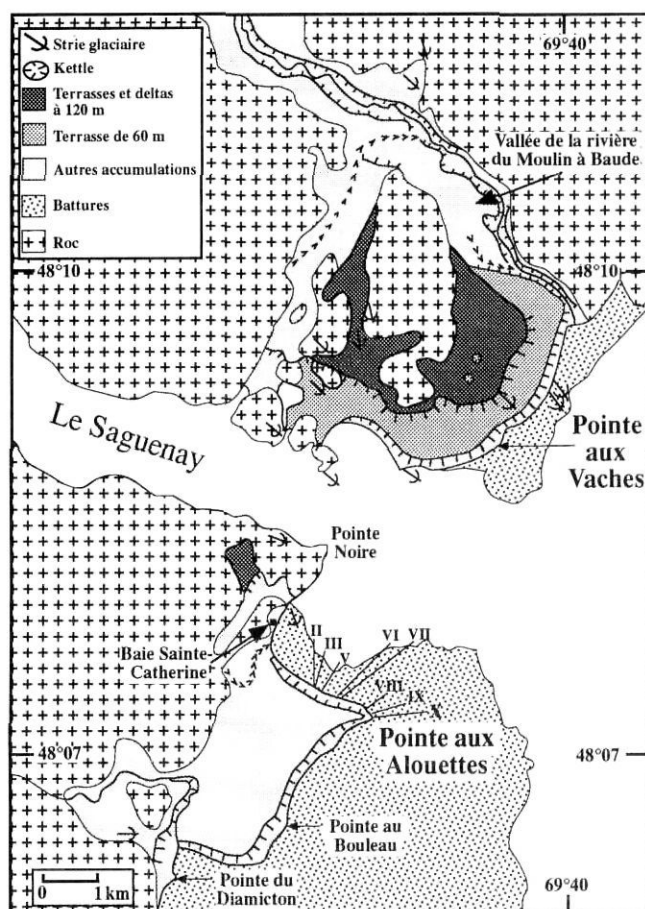


FIGURE 2. Croquis géomorphologique de l'embouchure du Saguenay. Paléoenvironnement associé à la phase finale de la Moraine de Saint-Narcisse, vers 10 800-10 600 BP. Le delta perché de Tadoussac d'origine fluvioglaciaire recouvrait en partie de la glace stagnante. Une masse glaciaire stagnait à l'embouchure du Saguenay puisque le fjord n'est pas comblé de sédiments. La fonte de la glace de la vallée de la rivière aux Canards, au sud, est plus précoce (vers 10 800 BP ?) que celle du Saguenay.

Sketch of geomorphology at the outlet of the Saguenay fjord. Paleoenvironment related to the latest phase of the St. Narcisse Moraine, circa 10,800-10,600 BP. The raised paleodelta of Tadoussac was a fluvio-glacial fan overlying bedrock and dead ice. The mouth of the Saguenay fjord is not filled in by sediments and consequently was not ice free. The downwasting of the ice in the Rivière aux Canards valley, on the southern shore, was earlier (circa 10,800 BP?) than in the Saguenay fjord.

au grand courant de glace qui s'écoulait dans l'estuaire du Saint-Laurent après le maximum glaciaire du Wisconsinien supérieur et avant la déglaciation locale (Occhietti, 1989, fig. 4-34). Elles font partie du groupe d'éléments directionnels observés sur la rive sud et les îles de l'estuaire (Dionne, 1993 ; Occhietti et Dionne, en préparation). L'écoulement NNO-SSE (160°-170°) observé à quelques endroits est peut-être antérieur à la déglaciation généralisée.

Morphologie sous-marine à l'embouchure du Saguenay

La topographie du fond de la vallée du Saint-Laurent, à l'embouchure du Saguenay, se révèle assez originale. La

rareté des données ne permet pas, toutefois, de faire une analyse poussée. On se contentera donc d'un examen sommaire des cartes bathymétriques du Service hydrographique du Canada.

Le Saguenay débouche sur la vallée du Saint-Laurent, juste à la tête de l'auge sous-marine du chenal Laurentien (Shepard, 1931) qui entaille profondément l'estuaire maritime et le golfe jusqu'au talus continental sis au large de la Nouvelle-Écosse. L'épaisseur des sédiments à la tête du chenal Laurentien varie de 200 à 400 m, mais elle diminue progressivement vers le golfe (Syvitski et Praeg, 1989).

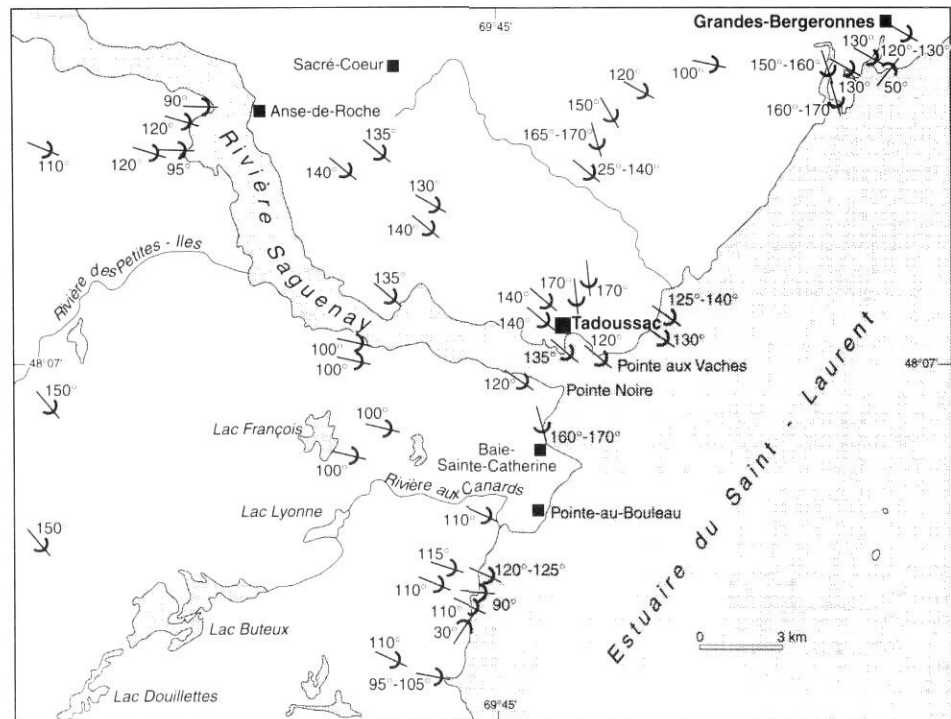
Le relief sous-marin à l'embouchure du Saguenay est assez complexe (fig. 4). On y observe plusieurs unités majeures. D'une part, le raccord entre le Saguenay et l'auge sous-marine n'est pas très net. Le couloir dans l'axe du Saguenay est, en effet, recoupé par des hauts-fonds formant trois arcs successifs se raccordant aux battures de la pointe aux Vaches, au NE, et aux Alouettes, au SO. Les deux arcs externes isolent des bassins relativement peu profonds (25-35 m), alors que le troisième arc, le plus interne, délimite un bassin grossièrement circulaire, beaucoup mieux défini et plus profond (50-135 m). La carte bathymétrique indique aussi que le passage du chenal Laurentien au Saguenay est obstrué principalement par le deuxième arc. Bien que la nature exacte des hauts-fonds ne soit pas connue, nous croyons qu'il s'agit de dépôts morainiques correspondant à des positions successives occupées par une langue glaciaire étalée (glacier de piedmont) sur le plateau continental. L'âge de ces fronts est difficile à déterminer ; ils sont vraisemblablement tard-wisconsinien et reprennent potentiellement des dépôts plus anciens. Un autre élément morphologique d'intérêt est le chenal, de direction SO-NE, qui longe la batture aux Vaches et débouche dans le chenal Laurentien. Il s'agit sans doute d'un ancien chenal proglaciaire.

L'embouchure du Saguenay est caractérisée par de grandes surfaces planes, appelées battures, localisées de part et d'autre du Saguenay, mais principalement du côté SO. Ces vastes étendues planes, composées en surface de sédiments meubles (limon et argile stratifiés), s'appuient latéralement contre le rebord méridional du Bouclier laurentidien et forment comme un immense delta sous-aquatique. Cette zone a été cartographiée par Loring et Nota (1973) comme un dépôt de pélites très sableuses. Mentionnons en passant que la présence de delta à l'embouchure d'un fjord paraît pour le moins exceptionnelle (Syvitski *et al.*, 1986). La mise en place de cet immense complexe sédimentaire implique une configuration assez particulière des masses de glace à la fois dans le Saguenay et dans l'estuaire du Saint-Laurent. Par ailleurs, la configuration du Bouclier, dont le rebord méridional est abrupt et rectiligne dans le secteur étudié, ne permet pas de supposer la présence d'une surface rocheuse à faible profondeur au droit des battures de l'embouchure du Saguenay. On ignore l'épaisseur des sédiments meubles dans cette zone.

Une autre unité morphologique d'intérêt correspond à la zone des bancs de l'île Rouge, située à une quinzaine de kilomètres au large de Tadoussac et à peu près au milieu de l'estuaire du Saint-Laurent. La nature exacte de ce haut-fond

FIGURE 3. Cartes des marques d'écoulement glaciaire.

Map of ice flow erosion features.



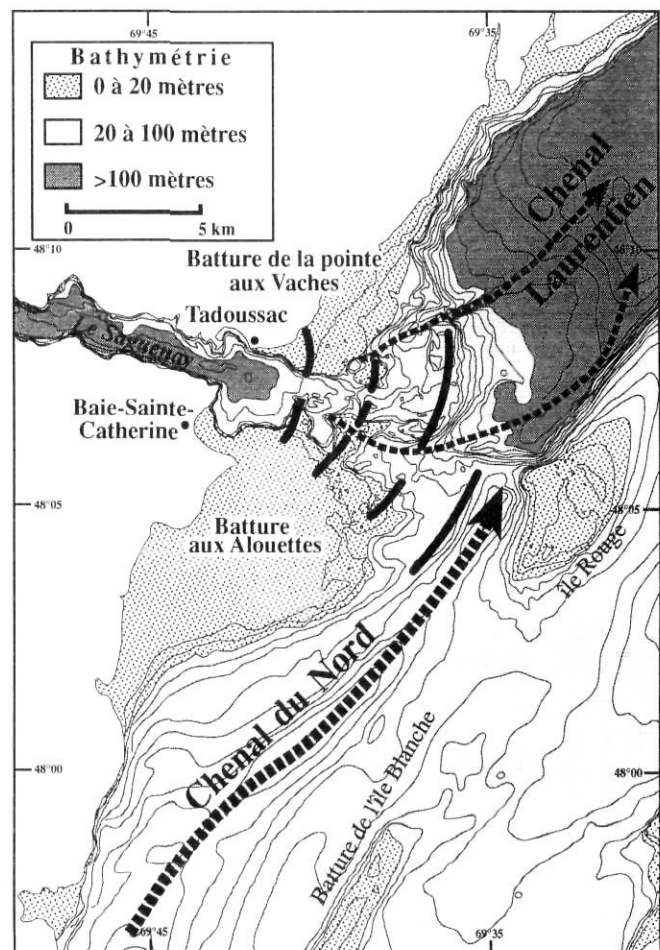
n'est pas connue. En surface, l'île Rouge est constituée par une accumulation de gros galets et de petits blocs de grès rouge. La source de ce type de lithologie étant inconnue dans les environs, il est possible que le vaste haut-fond de l'île Rouge corresponde à une crête appalachienne du Cambro-Ordovicien recouvrant le socle précambrien. En effet, cette petite île se trouve sur le rebord septentrional du large plateau continental de la rive sud du Saint-Laurent et il est aligné dans l'axe de l'île aux Lièvres et des récifs avoisinants, éléments résiduels de la plus ancienne des grandes nappes de charriage des Appalaches (Vallières, 1984 ; St-Julien, 1992).

Par contre, si le haut-fond de l'île Rouge n'est pas entièrement rocheux, il pourrait alors correspondre à un vaste dépôt glaciaire ; ce dernier aurait alors un intérêt indéniable pour la compréhension des événements géologiques survenus au Quaternaire. Signalons que la carte des formations superficielles de Loring et Nota (1973) indique un dépôt de sable graveleux à l'emplacement du haut-fond de l'île Rouge.

Il n'est donc pas impossible que le moyen estuaire du Saint-Laurent ait été bloqué à cet endroit par une masse de glace issue du Saguenay, d'une part, et une autre des Appalaches, d'autre part, soit le secteur Isle-Verte-Trois-Pistoles, en face, où l'on observe sur le rivage actuel et les îles des stries indiquant un écoulement glaciaire vers le N et le NO (Dionne, 1972c). Ce barrage aurait favorisé la formation d'un lac en amont et permettrait d'expliquer les varves antérieures au Wisconsinien supérieure observées à Petite-Rivière et

FIGURE 4. Carte bathymétrique de l'estuaire du Saint-Laurent aux environs de Tadoussac montrant la topographie complexe des fonds (d'après la carte n° 1235 du Service hydrographique du Canada).

Bathymetric chart of the St. Lawrence estuary, in the area of Tadoussac, showing a complex submarine topography after chart no. 1235 of Canada Hydrographic Service.



à l'île aux Coudres (Dionne, 1988a ; Occhietti et Clet, 1989) et, peut-être aussi, les pélites argileuses mentionnées par Loring et Nota (1973), dans la région de l'Islet - La Pocatière, en face de l'île aux Coudres.

Ensembles morphosédimentaires en bordure du littoral et lithostratigraphie

La cartographie des dépôts meubles et les levés stratigraphiques ont permis de distinguer les corps sédimentaires de trois secteurs dont la majeure partie est en bordure du littoral.

LA TERRASSE DE 20 M, À GRANDES-BERGERONNES

Un complexe sédimentaire est disposé à l'embouchure de la rivière des Grandes-Bergeronnes, à 15 km en aval de l'embouchure du Saguenay. À la suite d'un petit décrochement superficiel, il nous a été possible, en 1992, d'examiner une coupe fraîche (fig. 5) permettant de connaître la composition de la terrasse de 20 m. La coupe a été levée à l'extrémité est du terrain de camping (69°32'02" O, 48°14' N).

À cet endroit, on trouve, en surface, environ deux mètres de sable et gravier stratifiés correspondant à des plages. En dessous, il y a environ six mètres de limon-argile gris stratifiés, calcaires et fossilifères (*Portlandia arctica* et *Macoma calcarea*). L'âge au ^{14}C obtenu sur *Portlandia arctica* est de $10\,700 \pm 80$ BP (TO-4161) (tabl. I) ; il s'agit donc d'un dépôt du début de la Mer de Goldthwait. L'argile marine repose sur un diamicton (till) calcaire (3 %) contenant des clastes carbonatés striés : calcaires de Trenton et dolomie du Protérozoïque (Dionne, 1994a), d'une épaisseur estimée à 8 m. Sous le diamicton, soit à la base de la falaise qui coïncide à peu près avec le niveau des plus hautes mers, on trouve une argile brunâtre (5YR-4/1 humide et 5YR-6/1 sec) et calcaire (12 %), contenant des granules et des petits gravillons, d'âge inconnu. Cette argile dont la fraction inférieure à $63\,\mu\text{m}$ est supérieure à 88 % forme le substrat du large estran qui s'étend au pied de la falaise. Jusqu'à maintenant inconnu, ce type d'argile a aussi été observé sous un diamicton calcaire (4,3 %) à l'embouchure de la rivière des Petites-Bergeronnes ainsi qu'à la base de la terrasse de 30 m, aux Escoumins, à une quinzaine de kilomètres au NE.

À la surface de la terrasse de 20 m de Grandes-Bergeronnes, on trouve aussi des cordons ou flèches littorales et de grandes cuvettes peu profondes remplies de tourbe. Une date de 7100 ± 130 (Beta-8283) (tabl. X) a été obtenue à la base de la tourbe, à une altitude voisine de 23 m (Gangloff et Richard, 1983), ce qui implique que la terrasse de 20 m était déjà émergée à 7 ka.

LE COMPLEXE SÉDIMENTAIRE DE TADOUSSAC

Tadoussac et les environs sont caractérisés par un complexe sédimentaire qui aboutit au rivage actuel (Dionne, 1972a). Ce complexe comprend trois grandes unités.

1. Le delta perché de Tadoussac

Une haute terrasse, entre 120 et 130 m d'altitude avec dominante autour de 120-125 m (fig. 2 et 6), est composée essentiellement de sable et gravier petit à gros, stratifiés. Vis-à-vis de Tadoussac, la terrasse de 120-125 m est en majeure partie sableuse (sable et petit gravier). Les couches sont inclinées vers le SO. La mise en place des matériaux dans ce secteur s'est effectuée par un couloir rocheux emprunté maintenant par la N-138. La source de l'alluvionnement était située dans la vallée de la rivière du Moulin à Baude. La surface de cette terrasse a été, par endroits, remaniée en dunes vraisemblablement à la suite de feux de forêt. L'activité éolienne postérieure à l'un de ces feux se révèle localement importante ; en effet, l'horizon de feu (paléo-sol et troncs calcinés) visible sur le front de la falaise entaillant le delta est enfoui sous 3,4 m de sable éolien (*cliff-top dune*). Un échantillon de charbon de bois soumis à l'analyse au ^{14}C a donné un âge non corrigé de 40 ± 50 BP (GSC-5475). Ce feu date en effet du début du siècle.

La section la plus étendue de la terrasse de 120-130 m se trouve à l'est de Tadoussac, à l'abri d'une colline rocheuse (fig. 7). Cette terrasse fait partie d'un delta perché (fig. 8) mis en place à proximité du front glaciaire, comme en témoigne la présence de quelques petits kettles. La terrasse est composée de sable et gravier petit à moyen, mais contient aussi des lits de matériaux assez grossiers (10 à 25 cm de grand

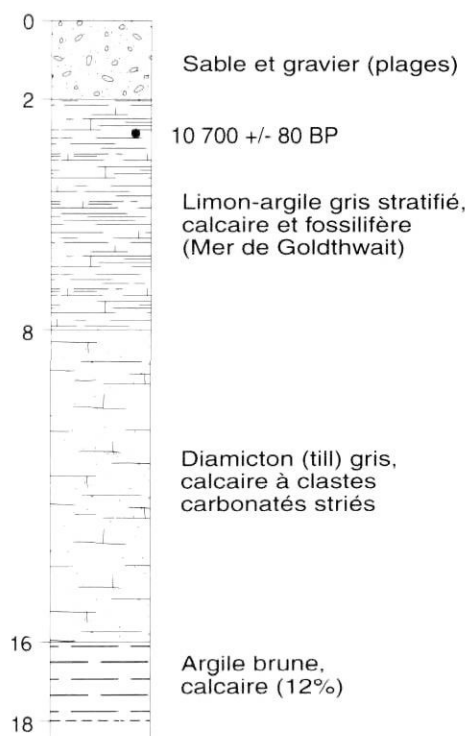


FIGURE 5. Coupe dans la terrasse de 20 m à Grandes-Bergeronnes.

Section into the 20-m terrace at Grandes-Bergeronnes showing the following units from top to bottom: stratified sand and gravel (beaches), stratified silt-clay (Goldthwait Sea deposit), carbonate diamict (till), and brownish carbonate marine clay.

5. L'analyse des carbonates des diamictons a été faite selon la méthode de Chittick aux laboratoires de la Commission géologique du Canada (Ottawa).

TABLEAU I
Âges au ^{14}C de la région de Tadoussac*

Sites et n° de lab.	Âge BP	Matériel
1) Terrasse Mitis		
UL-714	1390±70	Bois
Beta-26059	1640±70	<i>Mya arenaria</i>
2) Paléo-estran de 4 m (Grandes-Bergeronnes)		
GSC-5390	6020±90	<i>Mya arenaria</i>
GSC-5476	6430±80	<i>Clinocardium ciliatum</i>
UL-987	6360±100	<i>Mya arenaria</i>
3) Terrasse de 20 m (pointe aux Alouettes)		
Beta-30053	8310±110	<i>Mytilus edulis</i>
UL-336	8530±110	<i>Mytilus edulis</i>
UL-1263	9070±130	<i>Hiatella arctica</i>
UL-1262	9110±140	<i>Mytilus edulis</i>
UL-1264	9320±130	<i>Balanus hameri</i>
UQ-1372	9500±100	Bois (brindilles)
4) Terrasse de 30 m (pointe au Bouleau) : âge minimal		
Beta-36108	6510±70	Tourbe (base)
5) Terrasse de 55 m (N de Baie-Sainte-Catherine)		
UL-697	8820±120	<i>Mytilus edulis</i>
Beta-37628	9180±100	<i>Macoma balthica</i>
Beta-37627	9250±110	<i>Balanus crenatus</i>
UL-704	9460±90	<i>Macoma balthica</i>
UL-703	9650±100	<i>Balanus crenatus</i>
6) Vallée de la rivière du Moulin à Baude		
GSC-1500	9820±150	<i>Balanus hameri</i> (100 m)
I-5922	10 400±150	<i>Macoma balthica</i> (83 m)
7) Contact d'érosion à 14 m (falaise de la pointe aux Alouettes)		
Beta-79126	10 710±110	<i>Macoma balthica</i> et <i>Balanus hameri</i>
GSC-5944	8780±100	<i>Balanus hameri</i> (6,3 - 6,8 m)
GSC-5945	8770±110	<i>Mytilus edulis</i> (3,2 m)
8) Silts marins précoces		
Grandes-Bergeronnes	10 700±80	
TO-4161	(11 110±80)	<i>Portlandia arctica</i>
Pointe aux Vaches	11 130±80	
TO-2890	(11 540±80)	<i>Macoma balthica</i>
Beta-79125	11 120±60	<i>Macoma balthica</i>
Pointe au Bouleau	11 040±80	
TO-2889	(11 450±80)	<i>Macoma calcarea</i>
UL-1029	11 740±80	<i>Macoma balthica</i>
Rivière aux Canards	10 410±80	
TO-2293	(10 820± 80)	<i>Macoma balthica</i>
	10 920±90	
TO-4342	(11 330±90)	<i>Macoma calcarea</i>
9) Sable inférieur de la pointe aux Alouettes		
Beta-54140	29 280±680	Frag. de <i>Balanus</i> sp.
TO-3990	34 510±380	Frag. coquillages
	(34 920±380)	

* Les dates TO entre parenthèses sont corrigées sur la base de $\delta^{13}\text{C} = 25\%$

axe) ; les cailloux essentiellement précambriens sont généralement bien façonnés (indice d'émoussé visuel : sub-arrondi à arrondi). L'épaisseur des sédiments est de l'ordre de 60-65 m. Le pendage des couches fluctue du S au SE. Aucun fossile n'a encore été observé dans la gravière qui a été ouverte sur le flanc oriental, à proximité d'une butte rocheuse,

dans une terrasse secondaire découpée à même le delta, vers 80 m d'altitude.

2. Les unités associées à la terrasse de 60-65 m

La deuxième unité du complexe sédimentaire de Tadoussac correspond à la terrasse de 60-65 m d'altitude, qui s'étend entre la pointe Rouge et l'anse du Moulin à Baude (fig. 2 et 6). Cette vaste terrasse peut être divisée en deux parties ayant à peu près la même superficie. La partie est, où se trouve la pente de ski sur sable, semble essentiellement sableuse. L'épaisseur du sable par rapport au niveau du rivage actuel est de l'ordre de 55 m. Cette unité sédimentaire comprend, en surface, du matériel éolien remaniant des plages qu'il tronque ou coiffe. Sous les plages, le corps sédimentaire est composé de sable pro-deltaïque grossier à fin. La partie ouest de la terrasse par contre est plus complexe, comme on peut facilement s'en rendre compte grâce aux nombreux ravins qui entaillent son rebord externe ainsi que grâce à la falaise vive du secteur compris entre la pointe Rouge et la pointe aux Vaches. En surface, on trouve des plages de sable et gravier d'une épaisseur comprise entre 1 et 5 m (fig. 9) ; ces rudites reposent sur une surface d'érosion taillée dans des sédiments fins : sable fin, limon et argile stratifiés (rythmites) d'une soixantaine de mètres d'épaisseur. Des faciès plus sableux caractérisent la partie supérieure de la séquence (10-15 m) ; en profondeur, le sable fin gris est progressivement remplacé par du limon et de l'argile stratifiés en lits d'épaisseur variable ; certaines couches argileuses qui ont entre 50 et 100 mm d'épaisseur, sont composées de lamines de l'ordre du millimètre. On observe de rares coquillages (*Macoma balthica*) dans cette épaisse séquence. Deux échantillons récoltés vers 8 m et 35 m d'altitude ont donné respectivement un âge au ^{14}C de 11 130±80 (TO-2890) et de 11 120±60 (Beta-79125). Cette vaste unité, qui correspond à un dépôt prodeltaïque, contient aussi, à diverses profondeurs, de grosses lentilles de sable moyen, attribuables à des chenaux remblayés.

3. Les sédiments littoraux

La troisième unité du complexe sédimentaire de Tadoussac est localisée sur le site même du village, soit derrière la baie de Tadoussac et en contrebas du delta. Il s'agit essentiellement de sédiments littoraux (sable et gravier) remaniant les dépôts deltaïques. Par endroits d'ailleurs, les plages reposent sur des épandages deltaïques relativement épais (plus de 25 m). Au pied du talus du delta perché, les sédiments littoraux sont généralement voilés par une nappe de colluvions sableuses (ruissellement). Les sites archéologiques préhistoriques, par exemple, sont enfouis sous ces colluvions relativement récentes.

LES TERRASSES DE BAIE-SAINTE-CATHERINE

En amont de l'embouchure du Saguenay, dans le secteur de Baie-Sainte-Catherine, les dépôts quaternaires sont disposés en terrasses situées sur le bas du versant des Laurentides (Dionne, 1972a). Ils constituent également la terrasse de 30 m de Baie-Sainte-Catherine, localisée entre la rivière aux Canards au SO et la baie Sainte-Catherine au NE (fig. 2). Au large de cette terrasse, la batture aux Alouettes atteint 6,5 km de largeur, en face de l'embouchure de la

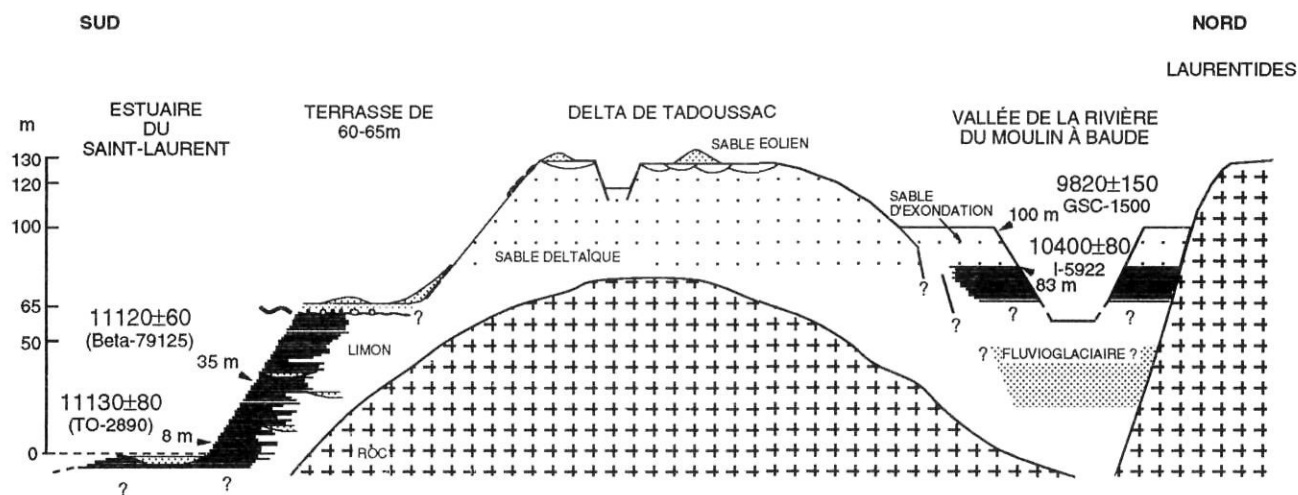


FIGURE 6. Coupe composite des unités morpho-sédimentologiques de la pointe aux Vaches, du delta perché de Tadoussac et de la vallée de la rivière du Moulin à Baude.

A composite section of morpho-sedimentological units at Pointe aux Vaches, perched delta at Tadoussac and valleyfill of Rivière du Moulin à Baude valley.

rivière aux Canards, et peut être longée sur 12 km. Ce corps sédimentaire tronqué par l'érosion marine forme le plus large estran connu de l'estuaire du Saint-Laurent. Trois secteurs étudiés sont décrits.

1. La terrasse de la pointe Hubert

Du côté ouest de l'embouchure de la rivière aux Canards (69°45' O, 48°04'32' N), un lambeau de la terrasse de 20 m est entaillé en falaise vive. Il s'agit d'un complexe prodeltaïque formé de rythmites où alternent des lits d'épaisseur variable d'argile, limon et sable fin avec des lentilles ou des couches de diamicton (fig. 10). Le tout est faiblement fossilifère (mollusques et foraminifères), légèrement calcaire et contient des cailloux épars allant de la taille des granules à celle des blocs de plus de 75 cm de grand axe. On y observe, à divers niveaux mais principalement dans la moitié inférieure, des turbations (plis tourmentés, injections diapiriques, involutions, etc.). Ces structures intraformationnelles semblent contemporaines ou pénée-contemporaines de la mise en place des sédiments. Quelques structures appartiennent à la famille des structures de surcharge (*load structures*), d'autres semblent plutôt des déformations engendrées par des déplacements en masse causés peut-être par des séismes, alors que quelques structures sont associées à des cailloux relâchés par la glace (fig. 11).

Dans le détail, la coupe montre des faciès plus fins dans les 12 m inférieurs (fig. 12). Dans cette partie alternent essentiellement des couches de limon et d'argile gris avec des lentilles ou de minces couches de diamicton à matrice carbonatée (4,1 %). Le passage entre les couches principales est souvent souligné par une très mince pellicule de sable fin. Les lits de limon et d'argile sont constitués de fines lamines de l'ordre du millimètre d'épaisseur qui deviennent évidentes au séchage.

Les faciès changent progressivement dans la moitié supérieure de la falaise vive. À 8 m du sommet, on observe une couche de diamicton sableux carbonaté (4,2 %) d'environ un mètre d'épaisseur contenant des cailloux striés. Il arrive fré-

quemment qu'une ligne de blocs (*boulder alignment* ou *pavement*) soit visible sur plusieurs dizaines de mètres de longueur (fig. 10). Cette couche diamictique semble assez continue sur l'ensemble de la longueur de la falaise vive bien qu'elle s'amincisse vers l'embouchure de la rivière aux Canards.

Au-dessus du diamicton, on trouve 3 m de rythmites semblables à celles qui sont en dessous, mais on constate une augmentation progressive des lits de limon et de sable fin. Les 5 m supérieurs de la coupe sont en majeure partie composés de sable très fin limoneux avec des couches de limon (fig. 13). Cette unité contient de rares valves dispersées de *Macoma calcarea* et de *Hiatella arctica*. Une valve de *Macoma calcarea* a donné un âge au ^{14}C de $10\,920 \pm 90$ BP (TO-4342) (tabl. I), alors qu'un échantillon de *Macoma balthica* provenant d'une couche de diamicton près de la base de la falaise a donné un âge de $10\,410 \pm 80$ BP (TO-2293). L'âge plus ancien obtenu sur *M. calcarea* pourrait être attribuable à une valve reprise d'un dépôt avoisinant et redéposée. Quoi qu'il en soit, la mise en place du dépôt composant la terrasse de 20 m entre la pointe Hubert et la pointe du Diamicton remonte à environ 11 ka.

La terrasse de 20 m se termine sur la batture aux Alouettes par une pointe ceinturée d'un cordon de blocs. L'érosion y est donc moins importante de sorte que la falaise vive fait place à un talus couvert de végétation. La pointe est constituée d'un diamicton gris (till), compact, sableux et calcaire (4,6 %), emboîté par l'arrière dans les rythmites de la terrasse de 20 m. Le diamicton contient des cailloux striés de calcaire de Trenton et des dolomies du Protérozoïque. Sur le haut du rivage au pied de l'escarpement, on a trouvé plusieurs blocs de dolomie ainsi que trois cailloux de tillite (Dionne, 1994a). La pointe du Diamicton semble un bouton morainique résiduel mis en place près d'un front glaciaire et partiellement enterré par la suite dans les sédiments fins de la Mer de Goldthwait. Incorporé à la terrasse de 20 m, ce bouton morainique rappelle le kame de l'anse du Chafaud aux Basques (fig. 14) à l'extrémité SO de la batture aux Alouettes (Dionne, 1994b, 1996b). Ce dernier, cependant, est constitué

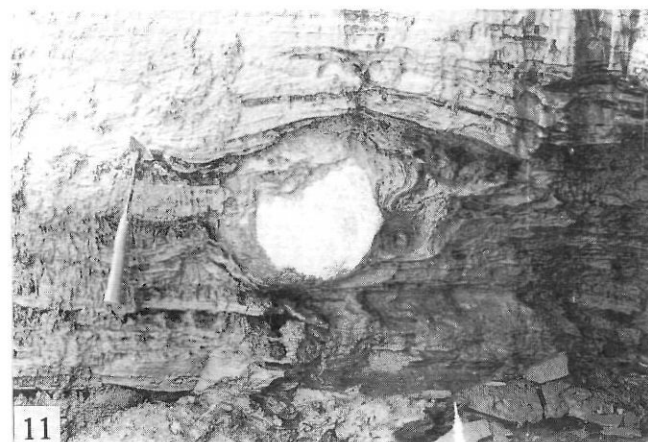


FIGURE 7. Vue générale du delta perché de Tadoussac et de la terrasse de 60-65 m prise de la pointe aux Alouettes (21-6-91).
A general view of the Tadoussac delta and the 60-65 m terrace from Pointe aux Alouettes (91.6.21)

FIGURE 8. Vue partielle du delta perché de Tadoussac et de la terrasse de 60-65 m dans le secteur de la pointe aux Vaches; la hauteur du talus frontal fait environ 60 m; la surface dénudée témoigne d'une activité éolienne récente (5-11-90).
A partial view of the perched delta at Tadoussac and the 60-65 m terrace at Pointe aux Vaches; the delta front escarpment is approximately 60 m high; the bare surface is related to recent eolian activity (90.11.5).

FIGURE 9. Coupe dans la terrasse de 60-65 m à la pointe aux Vaches montrant une surface d'érosion dans les limon et argile stratifiés (rythmites) recouverte de plages de sable et gravier (8-8-86).
A section into the 60-65 m terrace at Pointe aux Vaches showing a truncated silty-clayey deposit overlaid by sand and gravel beaches (86.8.8).

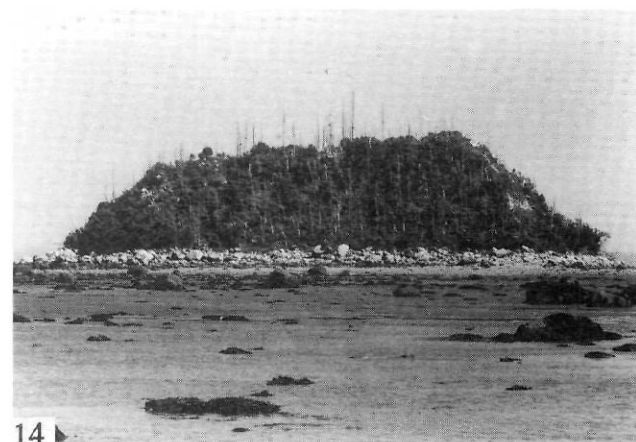


FIGURE 10. Vue générale de la terrasse de 20 m à la pointe Hubert montrant des rythmites sablo-limono-argileuses et un horizon de blocs correspondant à une couche de diamicton d'environ 100 cm d'épaisseur (5-10-89).
A general view of the 20-m terrace at Pointe Hubert showing sandy-silty-clayey rythmites and a boulder line corresponding to a 100 cm thick layer of diamicton (89.10.5).

Deformations caused by a dropstone in the silty-clayey rythmites at Pointe Hubert (93.6.7).

FIGURE 11. Déformations des rythmites limono-argileuses liées à un bloc délesté par la glace dans la terrasse de 20 m à la pointe Hubert (7-6-93).
Deformations caused by a dropstone in the silty-clayey rythmites at Pointe Hubert (93.6.7).

FIGURE 14. Vue du kame de l'anse du Chafaud aux Basques, à l'extrémité SO de la batture aux Alouettes (19-6-91).
A view of a kame located at the low level in Anse du Chafaud aux Basques to the SW of the large Alouettes tidal flat (91.6.19).

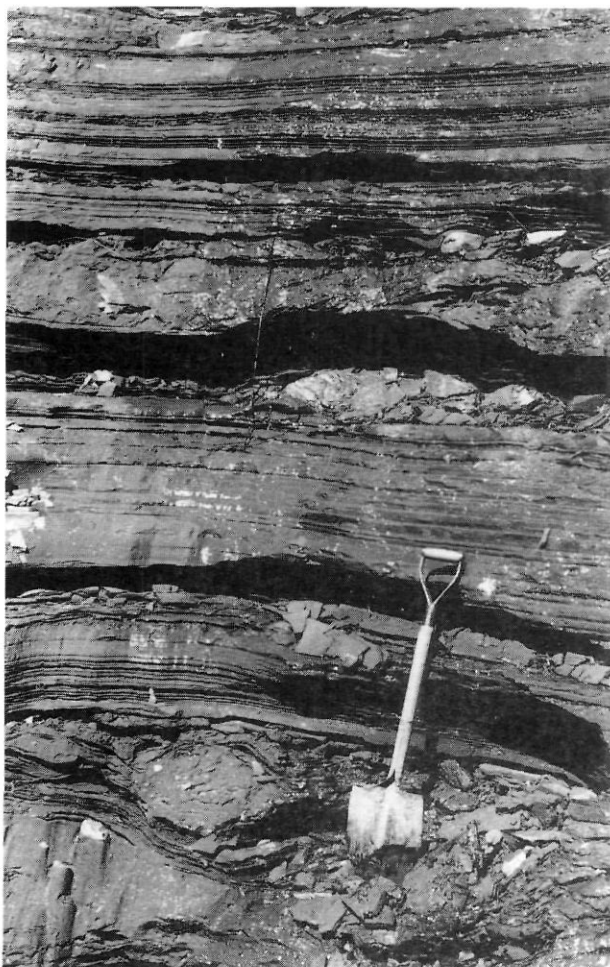


FIGURE 12. Coupe dans la terrasse de 20 m à la pointe Hubert montrant les rythmites limono-argileuses avec inclusions diamictiques à la base de la falaise (18-6-91).

A section into the 20-m terrace at Pointe Hubert showing silty-clayey rhythmites with diamict inclusions at the base of cliff (91.6.18).

essentiellement d'éléments précambriens ignés et métamorphiques provenant du Bouclier laurentidien avoisinant.

2. La terrasse de la pointe au Bouleau

Entre l'embouchure de la rivière aux Canards et la pointe au Bouleau, à l'ouest de Baie-Sainte-Catherine (69°44'30" O, 48°04'33" N), la terrasse de ± 30 m est entaillée par l'érosion et découpée par de nombreux glissements de terrain. Les plus belles coupes se trouvent aux deux extrémités, la partie centrale étant très perturbée par des glissements de terrain d'âges variés. À l'instar de la terrasse de la pointe Hubert, elle est essentiellement composée de limons argileux laminés qui sont localement recouverts de sable et gravier de plage, de faible épaisseur.

D'une façon générale, la partie inférieure de la falaise vive, sur environ 5 m d'épaisseur, est composée de couches de limon et d'argile d'épaisseur variable allant du centimètre au décimètre. Les lits sableux ne sont pas rares et on y trouve aussi quelques couches minces de diamicton sableux. À la base de la falaise, les déformations sont fréquentes et abon-

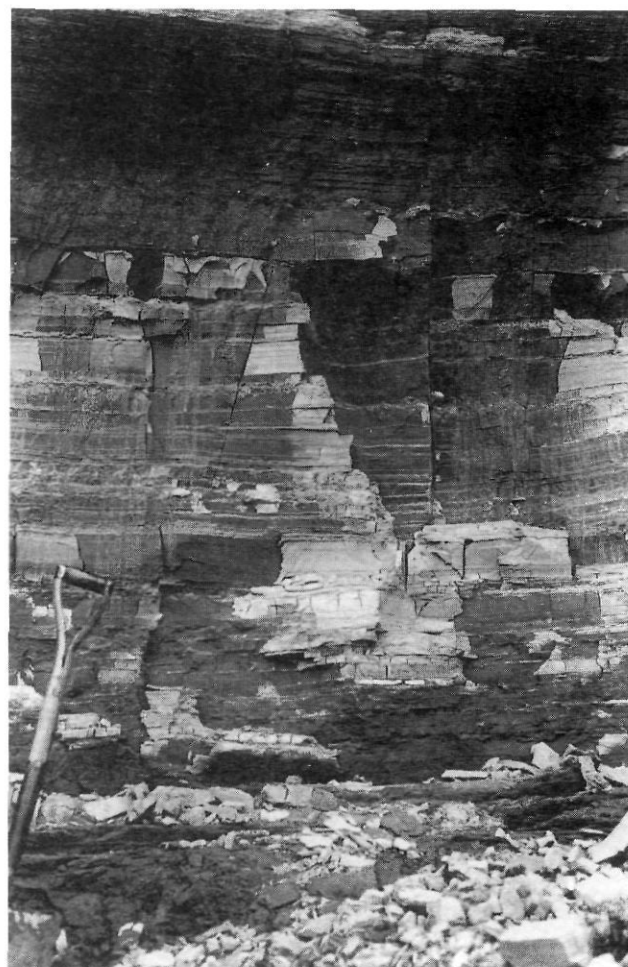


FIGURE 13. Coupe dans la partie supérieure de la terrasse de 20 m à la pointe Hubert montrant des rythmites sablo-limoneuses (5-10-89).

A section in the upper part of the 20-m terrace at Pointe Hubert showing sand and silt rhythmites (89.10.5).

dantes ; par endroits, les couches sont basculées vers l'intérieur (fig. 15) suggérant un mouvement massif de grande ampleur, à une époque donnée. Nous ignorons toutefois si ce basculement affecte l'ensemble de la langue de terre de Baie-Sainte-Catherine.

Au-dessus de l'unité visible à la base de la falaise vive, les rythmites limono-argileuses grises deviennent plus régulières, bien qu'elles comprennent aussi des couches massives argileuses et des lits de sable fin. Ce dépôt de type prodeltaïque est plutôt pauvre en macro-fossiles. L'espèce la plus fréquente et la plus abondante est *Macoma balthica*. On y a trouvé également des valves de *Hiatella arctica*, *Portlandia arctica* et *Macoma calcarea* ainsi qu'un fragment de *Balanus* sp. Des *Macoma balthica* (individus complets avec périostacum), vers 10 m de profondeur, exposés à la suite d'un petit glissement de terrain, en 1992, ont donné un âge au ^{14}C de $11\,740 \pm 140$ BP (UL-1029) (tabl. I).

Localement, les rythmites limono-argileuses sont recouvertes de sable et gravier stratifié. Il s'agit de flèches littorales édifiées à la surface de la terrasse de 30 m lors de la

régression de la Mer de Goldthwait. Ces plages, qui ne contiennent apparemment pas de coquillages, n'ont pu être datées. Toutefois, on peut affirmer que la terrasse de 30 m était émergée vers 7 ka, puisque la base d'une couche de tourbe ligneuse de 50 cm d'épaisseur, à la surface de la terrasse, a donné un âge au ^{14}C de 6510 ± 70 BP (Beta-36108), alors qu'un dépôt intertidal ou infratidal coiffant les rythmites du secteur de la pointe aux Alouettes a été daté à plus de 8,3 ka (tabl. I).

Comme on l'a dit, la terrasse de 30 m, dans le secteur de la pointe au Bouleau, est caractérisée par de nombreux glissements de terrain d'importance variable. Plusieurs sont de modestes décrochements, d'autres des coulées de grandes dimensions. C'est le cas notamment d'un important glissement, appelé la Grande Coulée, survenu vers le milieu de l'Holocène. En effet, une date de 4580 ± 70 BP (GSC-5481) a été obtenue sur un morceau de bois provenant du fond d'une cuvette entourée du plancher de cet ancien glissement. Au même endroit, la tourbe a donné un âge de 4230 ± 90 BP (UL-1039).

La grande sensibilité des rythmites limono-argileuses du secteur de la pointe au Bouleau a donné lieu à une étude géotechnique sommaire (Lajoie, 1981). Un forage exécuté dans le secteur de la pointe au Bouleau, à proximité de la couronne de l'amphithéâtre de la Grande Coulée a révélé la séquence stratigraphique qui suit. Sous un mince placage de sable en surface, la première unité comprend une argile homogène renfermant des lits de sable fin dont la fréquence augmente en profondeur jusqu'à environ 24 m. D'après les données géotechniques (Lajoie, 1981, Annexe I, p. 29), la teneur en argile entre 9 et 10 m de profondeur serait de 28 % alors qu'entre 22 et 23 m, elle serait de 56 %. Le deuxième faciès débute vers 24 m de profondeur. À ce niveau l'argile redevient homogène ; elle est rubanée avec des bandes noires ; à partir de 27 m environ, elle est ferme et très peu sensible. La teneur en argile, entre 30 et 31 m de profondeur, est de 62 % avec une teneur en eau de 45 %, un indice de plasticité de 18 et un indice de liquidité de 1,17. La sensibilité des argiles sous 24 m de profondeur est beaucoup plus faible que dans l'unité sus-jacente, soit 11,5 contre 35. Par contre, le taux de salinité de l'argile est plus élevé en profondeur : 4,51 gr/l à 31 m contre 1,95 gr/l à 9 m de profondeur.

3. Les unités de la terrasse de la pointe aux Alouettes

Entre le village de Baie-Sainte-Catherine et la pointe aux Alouettes ($69^{\circ}42'30''$ - $69^{\circ}43'30''$ O, $48^{\circ}06'07''$ N), une falaise peut être suivie sur 1,2 km (fig. 2). Cette falaise de 20 à 30 m de hauteur marque la limite NNE de la langue de terre de Baie-Sainte-Catherine. Un ensemble d'unités quaternaires a pu être identifié, le plus souvent après excavation. Faute d'affleurements continus, les unités seront présentées en trois ensemble de coupes.

a) Les sables à débris de coquilles et les faciès de marge glaciaire de la pointe aux Alouettes

Une séquence totalement distincte du reste des unités de la région peut être suivie presque en continu sur 300 m de falaise, en partant de la pointe aux Alouettes (fig. 16). La séquence (fig. 17, coupes X, IX et VIII), comprend plusieurs

zones dont les limites ne sont pas nécessairement tranchées. Sur les trois affleurements observés, la même zone inférieure est présente. Elle consiste en sable moyen à grossier stratifié, bien lavé, relativement bien trié, de couleur ocre jaune clair (fig. 18). La stratification est parallèle et sub-horizontale. Ce sable contient des fragments dispersés et usés de coquilles non identifiées ou du genre *Balanus*. Dans ce dernier cas, il s'agit de fragments d'espèces de petite taille, probablement de *Balanus crenatus*, de *Balanus balanoides* ou de *Balanus hameri*. Ces fragments ont donné deux âges au ^{14}C : $29\,280 \pm 680$ (Beta-54140) et $34\,510 \pm 380$ (TO-3990).

Ce sable est attribué à un épandage dans l'estuaire alimenté par des eaux de fonte glaciaire. Les fragments de *Balanus* sp. proviendraient du remaniement de colonies sublittorales contemporaines à la sédimentation ou d'unités plus anciennes démantelées pendant la sédimentation. Dans la coupe X (fig. 17), une rudite de blocs subanguleux à subarrondis (fig. 19) coiffe le sable. Elle est associée à un contexte de marge glaciaire. Dans les coupes IX et VIII, le sable inférieur est surmonté de zones de sable gris limoneux et d'une rudite. Un faciès de type aqua-till coiffe le coupe IX.

La séquence d'ensemble, probablement tronquée à son sommet, est composée d'unités de marge glaciaire et représente une phase d'englaciation. D'un point de vue sédimentologique, les affleurements X, IX et VIII, de l'extrémité orientale de la falaise aux Alouettes, témoignent de la mise en place d'un épandage de sable suivi par une phase plus proximale à haute énergie très probablement proglaciaire. Les sédiments postérieurs indiquent une sédimentation estuarienne (ou marine s. l.) proche d'une marge glaciaire flottante, puis la sédimentation sous une marge glaciaire. Les taux d'épimérisation de l'alloséoleucine (Alle/ Ile) (tabl. II) et les deux âges au ^{14}C (tabl. I) indiquent qu'il s'agit de sédiments antérieurs au maximum de froid du Wisconsinien supérieur.

b) Les sables diamictiques compacts, les diamictons et les sables stratifiés antérieurs à l'invasion de la Mer de Goldthwait.

De 200 à 300 m au NO de l'affleurement VIII A, deux grandes coupes (VII et VI) exposent des dépôts de milieu glaciaire et aquatique (fig. 2 et 20). Après excavation, la base des deux coupes expose du sable limoneux stratifié, compact, contenant quelques débris de coquilles.

Cette unité est surmontée de deux zones à stratification fruste et déformée, attribuées à des faciès glaciomarins proximaux ou d'aqua-till en milieu estuarien. La lentille sommitale de ces faciès ressemble à un till franc mais pourrait être un till de fluage. Un sable sommital (fig. 21) de 12 m d'épaisseur, oxydé, semble plus altéré et plus ancien que les sables du Tardiglaciaire régional.

Il y a une certaine analogie entre les faciès glaciomarins et sableux des coupes VII et VI, distantes de 130 m. Les faciès glaciomarins de la coupe VI semblent toutefois plus proximaux par rapport au glacier. La relation stratigraphique entre ces faciès et ceux de la pointe aux Alouettes ne peut pas être établie actuellement sur le terrain. Les faciès glaciomarins des coupes VII et VI peuvent représenter, soit

TABLEAU II
Analyse des acides aminés

UGA	Sites	Dépôt	Espèces	pmole/mg	Ala/Ile	Thr/Glu	Âge présumé
Région de l'embouchure du Saguenay							
2363	IX	sable inférieur	non identifié	3597	0,179	0,311	Wisconsinien
2364	IX	" "	<i>Balanus</i> sp.	4759	0,239	0,244	moyen?
2561	IX	" "	" "	19862	0,276	0,128	> ou = 35 ka
2562	IX	" "	" "	2599	0,257	0,187	"
2565	X	rudite	<i>Balanus</i> sp.	4852	0,22	0,151	"
2566	X	"	non identifié	5373	0,225	0,379	"
2567	X	"	"	6344	0,286	0,231	"
2568	VII	sable à la base	non identifié	6669	0,283	0,156	"
2563	VI	glaciomarin	"	4199	0,187	0,147	"
2564	VI	"	"	4528	0,333	0,453	"
2569	III.1	rudite	<i>Balanus</i> sp.	1864	0,32	0,306	"
2570	III.1	inférieure	" "	1621	0,123	0,689	"
2571	III.1	"	" "	3157	0,294	0,141	"
2572	III.1	"	non identifié	3990	0,254	0,215	"
2603	Tad.	estran + 55 m	<i>Balanus crenatus</i>	8801	0,094	0,208	9,2 ka
2604	"	" "	" "	12097	0,06	0,155	"
2605	"	" "	" "	9273	0,081	0,168	"
2606	Tad.	estran + 20 m	<i>Hiatella arctica</i>	7069	0,088	0,613	8,2 ka
2607	"	" "	" "	9021	0,078	0,646	"
2608	"	" "	" "	38672	0,034	0,516	"
2609	"	" "	<i>Balanus</i> sp.	7579	0,079	0,185	"
2610	"	" "	" "	9477	0,019	0,261	"
2611	"	" "	" "	8442	0,033	0,225	"
2543	III.2	pavage	<i>Balanus hameri</i>	4824	0,149	0,251	8,8 ka
2544	III.2	à + 6,5m	" "	4640	0,049	0,254	"
2545	III.2	"	" "	3569	0,084	0,263	"
2540	I	pavage	<i>Mytilus edulis</i>	4366	0,08	0,483	"
2541	I	à + 3,2 m	" "	4624	0,068	0,36	"
2542	I	"	" "	4792	0,092	0,291	"
Région de Québec							
2552	Saint-Édouard	sable	<i>Mya arenaria</i>	5980	0,045	0,603	10,3 ka?
2553	"	"	" "	6033	0,048	0,704	"
2549	riv. du chêne	sable	<i>Balanus hameri</i>	6456	0,081	0,225	11,3 ka
2550	"	"	" "	8471	0,041	0,175	"
2551	"	"	" "	5494	0,043	0,191	"
Région de Shawinigan							
1925		limon	<i>Hiatella arctica</i>	7260	0,06	0,46	10,3 ka
1926		"	" "	11929	0,081	0,666	
1927		"	" "	13408	0,058	0,349	
Sainte-Anne-de-la-Pérade							
		argile	<i>Nucula</i> sp.		0,333 + +0,039	0,349	100 ± 10 ka

l'épaississement latéral de l'aqua-till de la coupe IX, soit des faciès plus récents.

c) Les unités associées à l'invasion de la Mer de Goldthwait et à l'émersion

Dans la partie NO de la falaise aux Alouettes, la zone moyenne et supérieure des affleurements est constituée d'argile et de limon marins coiffés par du sable et du gravier (fig. 22). La partie inférieure n'est habituellement pas visible, mas-

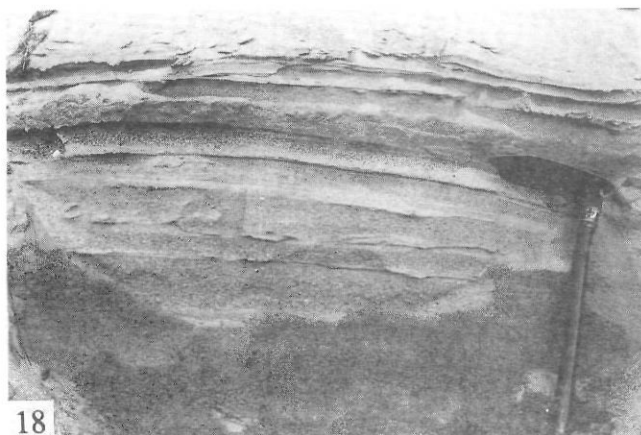
quée sous les éboulis limono-argileux. Après déblaiement, la base des coupes (fig. 23) montre toutefois une unité sableuse ou une rudite stratifiée. Les limons argileux épais observés près de l'embouchure de la rivière aux Canards et à la pointe au Bouleau et décrits plus haut n'ont pu être observés. Ils sont probablement masqués sous les éboulis entre les coupes VI et III. On y trouve par contre des séquences comprenant un contact d'érosion et des sédiments grano-décroissants. Dans la coupe V, par exemple, le contact



15



16



18



19



21



22

FIGURE 15. Couches basculées à la base de la falaise entaillant la terrasse de 30 m dans le secteur de la pointe au Bouleau indiquant un déplacement massif ancien (11-6-93).

Tilted layers at the base of cliff cut into the 30-m terrace at Pointe au Bouleau indicating a large slump (93.6.11).

FIGURE 16. Vue générale de la pointe aux Alouettes montrant un dépôt de sable et gravier entaillé par l'érosion (12-6-92).

A general view of Pointe aux Alouettes showing a sand-gravel deposit recently exposed by erosion (92.6.12).

FIGURE 18. Détail du dépôt de sable moyen à grossier fossilifère à la base de la pointe aux Alouettes (21-6-91).

A close-up view of the fossiliferous sand deposit at base of sequence at Pointe aux Alouettes (91.6.21).

FIGURE 19. Détail de l'unité fluvio-glaciaire surmontant les sables fossilifères anciens de la pointe aux Alouettes (9-6-93)

A close-up view of the fluvio-glacial deposit overlying the old fossiliferous sand deposit at Pointe aux Alouettes (93.6.9).

FIGURE 21. Partie supérieure d'une coupe dans la partie centrale de la terrasse de 20 m à la pointe aux Alouettes montrant des lits de sable grossier et des lits de sable moyen avec rides de courant (9-6-93).

Close-up view of the upper sequence in a section of the 20-m terrace showing well stratified sand with layers of coarse sand and medium sand with ripples (93.6.9).

FIGURE 22. Coupe dans le secteur NO de la terrasse de 20 m à la pointe aux Alouettes montrant des plages de sable et gravier coiffant un épais dépôt de limon-argile stratifié de la Mer de Goldthwait (7-8-86).

Section into the 20-m terrace of Pointe aux Alouettes showing a few metres of sand-gravel beaches overlying a thick silty-clayey stratified deposit of the Goldthwait Sea (86.8.7).

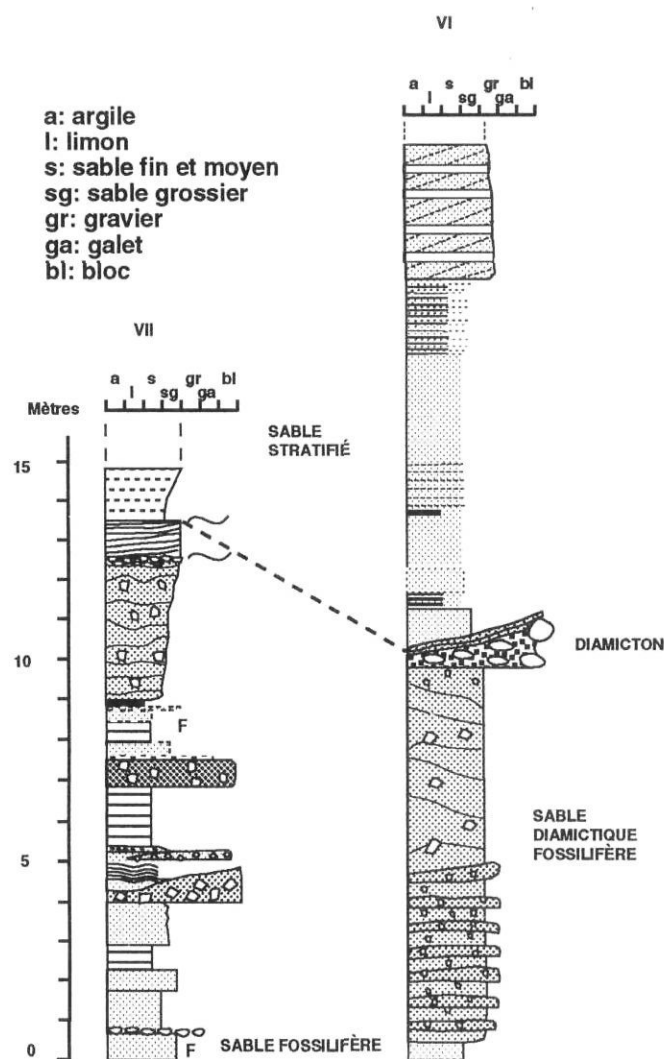


FIGURE 20. Coupes VI et VII de la terrasse de 20 m de la pointe aux Alouettes (localisation à la fig. 3).

Sections VI and VII of the 20-m terrace at Pointe aux Alouettes (see Fig. 3 for location).

est-il en corrélation avec le sable inférieur des coupes VII à X de la pointe aux Alouettes ?

Les falaises à la périphérie de la terrasse de Baie-Sainte-Catherine démontrent que cette forme est composite. Elles montrent également que le corps sédimentaire sous-marin de la batture aux Alouettes est nécessairement composite, probablement argileux à l'est et au sud de la batture et plus complexe dans la partie nord et nord-est.

DONNÉES CHRONOLOGIQUES ET COURBE D'ÉMERSION APPARENTE

LES ÂGES AU ^{14}C ET LA COURBE D'ÉMERSION APPARENTE

La majorité des datations au ^{14}C ont été obtenues à partir de coquilles marines, soit par datation conventionnelle soit par accélérateur. Les âges indiqués dans le tableau I sont des âges au ^{14}C non corrigés et non normalisés à $\delta^{13}\text{C} =$

-25 ‰, sauf indication contraire. Ils peuvent être classés en quatre catégories :

- deux vieilles dates (N-2), obtenues à partir des fragments des coquilles du sable inférieur de la pointe aux Alouettes (coupes VIII à X) ;
- quatre d'âges antérieurs à 11 000 BP (N-4) de la phase précoce d'invasion de la Mer de Goldthwait. Les datations proviennent d'espèces benthiques indiquant seulement des altitudes marines relatives ;
- vingt et une dates d'âges postérieurs à 11 000 BP (N-21) et associées soit à l'invasion marine principale, soit à des espèces littorales et sub-littorales ;
- une date sur tourbe, indicative de l'âge minimal d'une terrasse.

La courbe d'émergence apparente de l'embouchure du Saguenay (fig. 24) intègre les données du groupe des coquilles littorales et sub-littorales. Les âges antérieurs à 11 000 BP permettent d'estimer à 140-150 m l'altitude relative apparente du début de l'invasion marine, vers 11 700 BP, si l'on admet un taux d'émergence apparent constant, c'est-à-dire un taux de compensation glacio-isostasique légèrement décroissant en tenant compte de la remontée eustatique. Étant donné que le front glaciaire vers 11 700 BP devait être proche de la ligne de rivage actuelle et étendu à l'embouchure du Saguenay (fig. 25), l'invasion précoce de la Mer de Goldthwait devait être limitée aux secteurs de la pointe aux Vaches et de l'embouchure de la rivière aux Canards. À noter que la courbe d'émergence apparente permet de dater le delta perché de Tadoussac vers 11 100-10 600 BP, âge compatible avec celui de la Moraine de Saint-Narcisse dans la région du Saint-Maurice (Occhietti, 1980).

AMINOCHRONOLOGIE

1. Principe de la datation par les acides aminés et limites de cette méthode

Dans un organisme vivant, les acides aminés combinés en protéines sont présents sous la forme d'isomères lévogyres (L). À la mort de l'organisme, les acides aminés se transforment lentement en isomères dextrogyres (D). La vitesse du processus de racémisation dépend de la température effective de diagenèse (TED) subie par le fossile et d'autres facteurs moins importants tels que le pH et la présence d'eau. Au bout d'un certain temps, la racémisation tend théoriquement vers un mélange des isomères D et L dont le rapport D/L atteint souvent 1,3. La L-isoleucine (Ile) contient deux atomes de carbone chiraux et subit une conversion particulière appelée épimérisation qui conduit à un diastéréoisomère D, la D-alloisoleucine (Alle). Le taux d'épimérisation varie d'une espèce de coquille à l'autre et parfois dans les différentes parties d'un même spécimen (Hearty *et al.*, 1986). Compte tenu des limites de cette méthode et de la forte dépendance de l'épimérisation par rapport au facteur température, il est nécessaire d'établir des courbes aminochronologiques régionales avant de pouvoir estimer les âges absolus. Pour cette raison, en l'absence d'étude aminochronologique d'ensemble, les mesures obtenues dans cette étude serviront surtout à établir une chronologie relative.

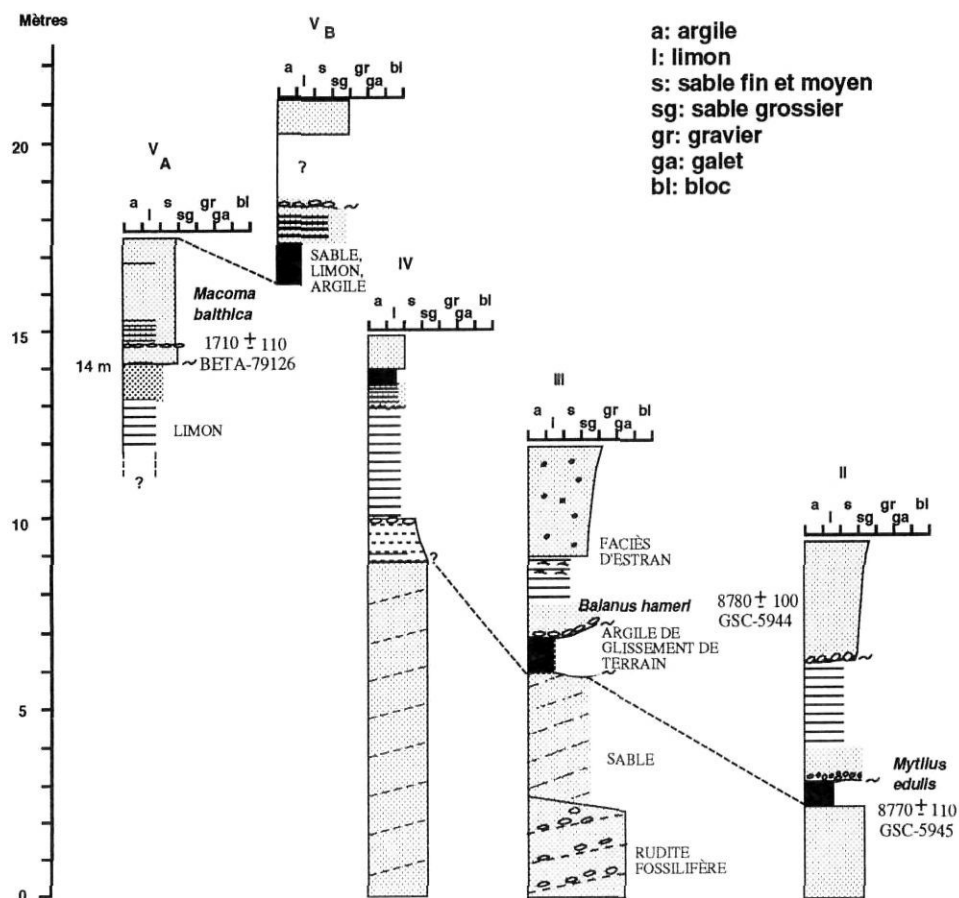


FIGURE 23. Coupes II, III, IV et V dans la section NO de la terrasse de 20 m à la pointe aux Alouettes (localisation à la fig. 3).

Sections II, III, IV and V into the NW section of the 20-m terrace at Pointe aux Alouettes (see Fig. 3 for location).

2. Méthode d'analyse des acides aminés au GÉOTOP

Après nettoyage et dissolution du tiers de l'échantillon dans HCl, 50 mg de coquilles sont dissous complètement dans la quantité de HCl nécessaire. Après l'ajout du standard Norleucine D/L, la solution est soumise à une hydrolyse pendant 22 heures en présence de HCl 6M, à 110°C. La solution hydrolysée obtenue servira à mesurer la concentration de la totalité des acides aminés contenus dans l'échantillon sous forme combinée de protéines et peptides et sous forme libre (hydrolysate total). Le chromatographe liquide à haute performance (CLHP) utilisé au Laboratoire d'aminochronologie du GÉOTOP est muni d'une colonne à résine échangeuse d'ions Nucleosil SA. Les concentrations des acides aminés sont mesurées par fluorescence du dérivé O-phthaldialdéhyde combiné aux acides aminés, en calculant la surface des pics du chromatogramme avec un intégrateur. Comme à concentration égale l'activité fluorescente du dérivé de l'alloisoleucine est inférieure à celle du dérivé de l'isoleucine, un facteur de correction de l'ordre de 1,25 est utilisé dans les calculs.

3. Résultats

Trois variables sont considérées pour comparer l'âge des fragments de coquilles des sables et diamictons inférieurs à l'âge des coquilles de la Mer de Goldthwait (tabl. II) :

- La concentration totale des acides aminés (à l'exception de l'arginine, l'histidine et la lysine), en picomole/mg, donne

une bonne indication de l'état de préservation de la concholine contenue dans les fossiles. Un échantillon à concentration très faible dans un lot à concentration moyenne donne, en général, des taux d'épimérisation peu significatifs.

- Le taux d'épimérisation Alle/Ile des acides aminés de l'hydrolysate total exprime la TED et, par conséquent, dans une région donnée, l'âge relatif et lorsque c'est possible l'âge absolu.
- Le rapport des concentrations thréonine/acide glutamique diminue avec le temps par dénaturation de la thréonine. Lorsque ce rapport est anormalement élevé ou bas, la validité du taux Alle/Ile peut être remise en question.

Les taux du groupe des unités en position inférieure de la falaise de la pointe aux Alouettes sont en majorité proches d'une valeur moyenne de l'ordre de $0,260 \pm 0,060$ mais montrent trois valeurs relativement faibles. Mise à part la très forte concentration mesurée dans l'échantillon UQA-2561, les concentrations sont relativement homogènes.

La disparité relative des résultats obtenus dans la majorité des cas sur des échantillons non identifiables peut avoir plusieurs causes : a) soit que les fragments proviennent de coquilles contemporaines mais d'espèces à taux d'épimérisation différents ; la variabilité est alors attribuée à la variété spécifique des fragments ; b) soit que le lot de fragments

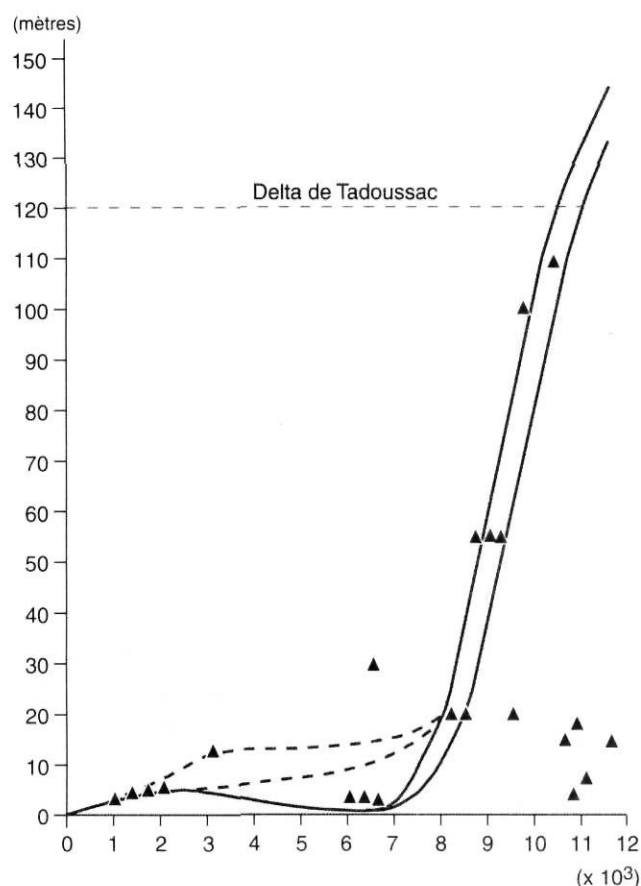


FIGURE 24. Courbe d'émergence apparente des terres dans la région de Tadoussac.

Relative curve of apparent emergence for Tadoussac area.

provient de coquilles d'âges différents, remaniés puis redéposés dans le même sédiment ; la variabilité est attribuée dans ce cas aux différences d'âge. Dans l'état des travaux, il n'est pas possible de déterminer si l'un et l'autre de ces facteurs expliquent la disparité.

Le groupe des coquilles attribuées à la Mer de Goldthwait donne des concentrations homogènes, des taux Alle/Ile inférieurs à 0,1, des rapports Thr/Glu relativement cohérents. Les mesures sur *Balanus hameri* montrent l'extrême variabilité intraspécifique de cette espèce qui est donc peu utilisable en aminochronologie. Le taux moyen Alle/Ile = 0,080 de *Mytilus edulis* est nettement élevé. Cette espèce est caractérisée par un taux de racémisation plus fort que la majorité des espèces (Occhietti *et al.*, 1993). Faute de données suffisantes de la région de l'embouchure du Saguenay, les taux d'épimérisation de plusieurs espèces de la Mer de Champlain, à peu près contemporaines et dans un contexte de TED plus forte (en moyenne 2°C de plus), servent d'élément de comparaison fiables. Ces valeurs, dans tous les cas inférieures à 0,090, confirment l'ancienneté des coquilles du premier groupe de l'embouchure du Saguenay. Faute d'une échelle aminochronologique régionale fondée sur plusieurs espèces, il est cependant prématuré d'attribuer un âge absolu aux fragments de coquilles anciennes. Les taux obtenus confirment néanmoins que les âges au ¹⁴C sont significatifs soit de l'âge réel d'environ 35 ka, soit d'un âge minimal de 35 ka.

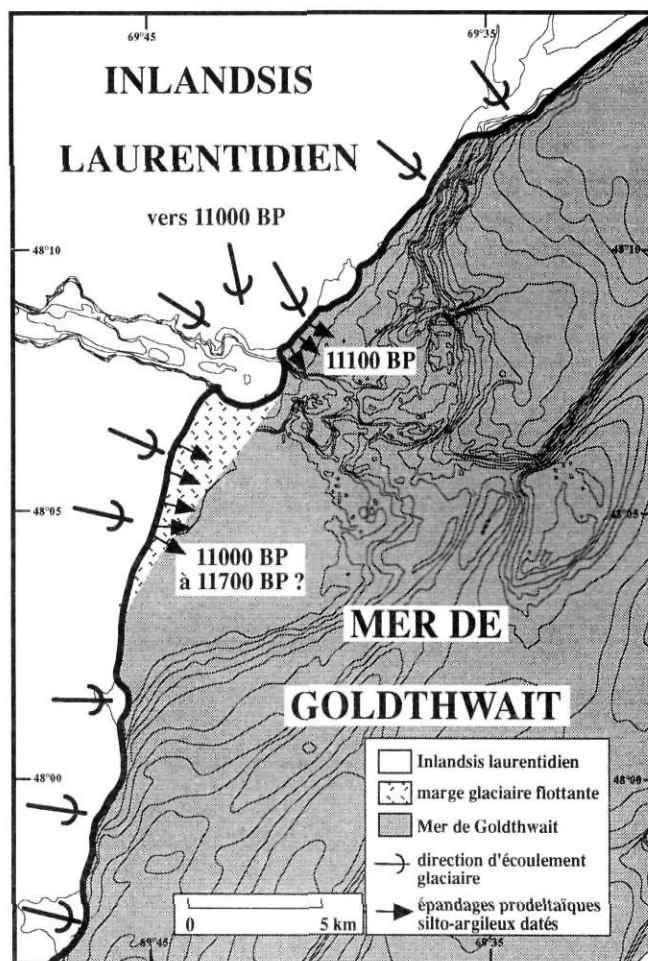


FIGURE 25. Limite glaciaire probable lors de la phase de réavancée glaciaire précoce associée à la Moraine de Saint-Narcisse, vers 11 000 BP. Les épandages prodeltaïques dans la Mer de Goldthwait ont précédé cette réavancée, comme l'attestent les diamictons interstratifiés et les âges au ¹⁴C.

Probable limit of the Laurentide Ice Sheet during the early glacial readvance phase of the St. Narcisse Moraine, ca 11 000 BP. The deposition of the silty-clay prodelta preceded the readvance as suggested by the interstratified diamictons and ¹⁴C ages.

LA FAUNE DE LA MER DE GOLDTHWAIT

La région étudiée compte une vingtaine de sites fossili-fères (tabl. III et fig. 27). On peut affirmer que, d'une façon générale, les dépôts de la Mer de Goldthwait ne sont pas très fossilifères. Certains faciès contiennent peu ou pas de macro-fossiles. C'est le cas des rythmites limono-argileuses de la terrasse de 60 m, à la pointe aux Vaches (Tadoussac), de la terrasse de 30 m, à la pointe au Bouleau, et de la terrasse de 20 m, à la pointe Hubert, dans lesquelles on rencontre principalement *Macoma balthica* et occasionnellement *Portlandia arctica* et plus rarement *Hiatella arctica* et *Macoma calcarea*. D'après les caractéristiques écologiques de ces espèces, on peut en déduire que la mise en place des rythmites s'est effectuée dans un milieu relativement pauvre, turbide et à faible salinité, vraisemblablement à faible distance du front glaciaire.

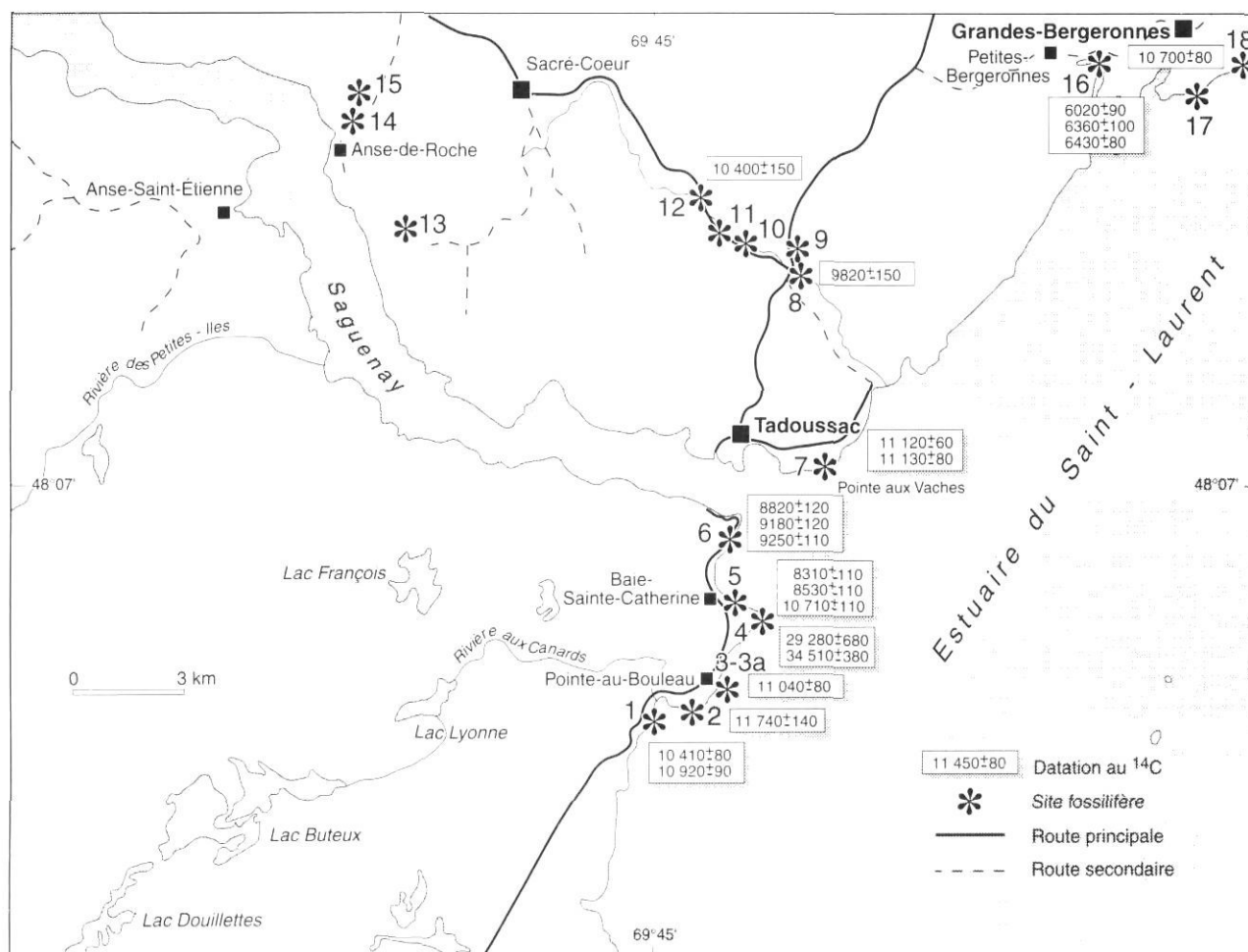


FIGURE 26. Carte de localisation des sites fossilifères et des échantillons datés par le ^{14}C dans la région de Tadoussac.

Location of marine fossiliferous sites and ^{14}C dated samples in the Tadoussac area.

De même les argiles de la Mer de Goldthwait mises en place en eau profonde, durant la première phase de la transgression, ne paraissent pas très fossilifères. Les sites les plus riches par rapport à la variété des espèces et à leur abondance (nos 3a, 5, 6, 8, 9, 12 et 16) correspondent presque tous à des faciès d'eau peu profonde : zones infratidale, intertidale et littorale.

Le tableau IV fournit la liste des 27 espèces récoltées et identifiées. Plusieurs d'entre elles sont rares ou peu abondantes. *Strongylocentrotus dröbachiensis*, *Zirphaea crispata*, *Thyasira gouldi*, *Buccinum plectum* et *Buccinum tottenii*, par exemple, n'ont été observés que dans un seul site chacun. Les deux premières espèces n'ont pas été identifiées dans la Mer de Champlain (Wagner, 1970). À l'opposé, *Macoma balthica* a été trouvé dans 13 des 18 sites, *Hiatella arctica* et *Macoma calcarea* dans 9 sites, alors que *Mytilus edulis* et *Balanus hameri* ont été observés dans 8 sites respectivement.

La microfaune n'a malheureusement pas été étudiée. Un seul échantillon prélevé dans un lit de diamicton intercalé dans les rythmites de la pointe Hubert a fait l'objet d'un examen préliminaire (Guilbault, 1991). Il contenait en faible quantité sept espèces de foraminifères, les deux plus abondants étant *Cassidulina reniforme* et *Elphidium exclavatum* f. *clavata*.

INTERPRÉTATION

AGENCEMENT DES UNITÉS QUATÉNAIRES

Nous avons vu que la plupart des terrasses de la région sont en fait des formes composites. En tenant compte des faciès, de leur position relative et des données chronologiques, la séquence stratigraphique des unités visibles semble être la suivante.

1. Argile brune des Grandes-Bergeronnes. Cette unité en position inférieure, encore mal connue et observée uniquement au NE du Saguenay, pourrait être l'unité visible la plus ancienne de la région étudiée. Elle constitue peut-être une partie des corps sédimentaires sous-marins à l'embouchure du Saguenay (battures de la pointe aux Vaches et des Alouettes) ; cela reste à démontrer.

2. Sable et rudite à fragments de coquilles de type épandage fluvioglaciaire en milieu estuarien (unité de la pointe aux Alouettes).

3. Complexe de sables diamictiques en strates, d'aqua-till et de diamictons à fragments de coquilles (unité de la pointe et de la falaise aux Alouettes) qui représente probablement plusieurs phases glaciaires majeures du Wisconsinien moyen et supérieur.

TABLEAU III
Sites fossilifères de la Mer de Goldthwait et datations au ¹⁴C dans la région de Tadoussac (Saguenay)

N°	Site	Coordonnées géographiques		Altitude (m)	Type de dépôt	Âge BP
		Longitude O	Latitude N			
1	pointe du Diamicton (riv. aux Canards)	69°45'00"	48°04'30"	6-18	rythmites limono-argileuses et diamicton lenticulaire	10 410±80 (TO-2293) 10 920±90 (TO-4342)
2	pointe au Bouleau-O	69°44'30"	48°04'35"	± 15	rythmites limono-argileuses	11 740±140 (UL-1029)
3	pointe au Bouleau-E	69°43'30"	48°05'00"	± 5	dépôt intertidal sur rythmites argileuses	1640±70 (Beta-29059) 11 040±80 (TO-2889)
3a	pointe au Bouleau-E	69°42'50"	48°05'02"	15	sable graveleux et vaseux	
4	pointe aux Alouettes	69°42'30"	48°05'53"	6-12	sable grossier	29 280±680 (Beta-54140) 34 510±380 (TO-3990)
5	pointe aux Alouettes (nord)	69°43'05"	48°06'05"	15-18	sable fin limono-argileux	8310±110 (Beta-30053) 8530±110 (UL-336)
		69°43'05"	48°06'05"		limon stratifié	9070±130 (UL-1263) 9110±140 (UL-1262) 9320±130 (UL-1264)
		69°43'06"	48°06'06"	14	limon	10 710±110 (Beta-79126)
		69°43'40"	48°07'05"	55	sable et gravier	8820±120 (UL-697) 9180±100 (Beta-37628) 9250±110 (Beta-37627)
6	Baie-Ste-Catherine	69°43'40"	48°07'05"			
7	pointe aux Vaches (Tadoussac)	69°40'50"	48°08'20"	± 8 ± 35	limon-argile limon	11 130±80 (TO-2890) 11 120±60 (Beta-79125)
8	Tadoussac-nord	69°41'55"	48°11'00"	85	argile	9820±150 (GSC-1500)
9	Tadoussac-nord	69°41'55"	48°11'30"	83	argile	
10	riv. Moulin à Baude	69°43'02"	48°11'35"	85	sable sur argile	
11	riv. Moulin à Baude	69°43'30"	48°11'37"	85	sable sur argile	
12	riv. Moulin à Baude	69°43'40"	48°11'50"	83	sable fin strat. & argile	10 400±150 (I-5922)
13	Anse-de-Roche (sud)	69°51'10"	48°11'50"	90	sable moyen stratifié	
14	Anse-de-Roche (sud)	69°52'20"	48°13'20"	50	diamicton sur sable-gravier	
15	Anse-de-Roche (sud)	69°52'00"	48°13'20"	100	sable & gravier (plage)	
16	Riv. Petites-Bergeronnes	69°34'45"	48°14'10"	±4	vase argileuse intertidale et argile marine	6020±90 (GSC-5390) 6360±100 (UL-987) 6430±80 (GSC-5476)
17	Grandes-Bergeronnes	69°31'32"	48°14'10"	± 15	sable et gravier (plage) sur argile et till	
18	Grandes-Bergeronnes	69°31'20"	48°14'22"	± 15	sable et gravier (plage) sur argile et till	10 700±80 (TO-4161)

Le till carbonaté des Grandes-Bergeronnes repose sur l'argile brune (unité 1). Son âge est incertain. Il peut aussi bien précéder la phase d'épandage sableux fossilifère de la pointe aux Alouettes ou succéder à la phase de l'aqua-till de ce site ou encore marquer une avancée glaciaire à la fin du Wisconsinien.

4. Limon, argile et sable laminés à la base des falaises de l'embouchure de la rivière aux Canards et de la pointe aux Vaches, d'âge voisin ou supérieur à 11 000 BP. Ces dépôts marins, de type prodeltaïque, sont de la farine de roche glaciaire provenant de l'inlandsis en cours de fusion. Ces dépôts sont sédimentés topographiquement en dessous du delta perché de Tadoussac ; ils précèdent donc la construction de ce delta. Ils correspondent à la phase la plus précoce de l'in-

vasion marine dans la région, dans un contexte de niveau marin relatif maximal ; leur sédimentation à 100-150 m sous le niveau de la mer, est contemporaine à une langue de glace qui occupait le fjord du Saguenay (fig. 25). Ces limons prodeltaïques formaient probablement un cône qui s'étendait sur plusieurs kilomètres au large, vraisemblablement jusqu'à la limite sous-marine de l'estran actuel (battures de la pointe aux Vaches et aux Alouettes) et potentiellement au-dessus d'unités plus anciennes.

5. Delta d'épandage fluvioglaciaire perché de Tadoussac, dans un contexte de niveau marin relatif de 120-130 m. Ce delta est postérieur aux unités précédentes et précède les limons et sables stratifiés et fossilifères du remplissage de la vallée du Moulin à Baude, sédimentés au moins dans la

fourchette d'âges 10,4-9,8 ka. Il est logique de concevoir que ce delta s'étendait au-dessus de la glace stagnante dans la dépression de l'actuelle vallée de la rivière du Moulin à Baude et très probablement sur le front ou une partie de la langue de glace du Saguenay. La terrasse perchée à 130 m près de Pointe-Noire, sur la rive droite (fig. 2), peut représenter l'extrémité sud-ouest de ce delta ou bien un delta construit en même temps par un autre chenal fluvioglaciaire au sud de la langue de glace (fig. 26). Les sables observés à la base des falaises de la vallée de la rivière à Baude pourraient en partie avoir pour origine ces sables d'épandage fluvioglaciaire effondrés et re-sédimentés pendant et après la fonte de la glace morte qui comblait la dépression (fig. 6).

Les lits diamictiques intercalés dans la séquence limono-argileuse en amont de l'embouchure de la rivière aux Canards (falaises des pointes Hubert et du Diamicton) pourraient cor-

respondre à l'extension d'une marge glaciaire flottante au-dessus des argiles marines précoces (fig. 25). Leur mise en place pourrait précéder la sédimentation du delta perché de Tadoussac. Compte tenu de l'âge des limons laminés inférieurs, voisin de 11 ka, et des limons stratifiés postérieurs au delta de Tadoussac, datés d'au moins 10,4 ka, il est concevable de penser que le diamicton intercalaire marque l'équivalent d'une réavancée du front glaciaire sous forme de glace flottante et que le delta de Tadoussac représente la fin de cette épisode, avec une sédimentation fluvioglaciaire importante. Ce type de contexte rappelle très fortement la séquence d'unités observées dans la vallée du Saint-Maurice, en relation avec la Moraine de Saint-Narcisse (Occhietti, 1980). Nous proposons de mettre en corrélation le diamicton de la pointe Hubert (et peut être le till de la pointe du Diamicton) ainsi

TABLEAU IV

Liste des macrofossiles de la Mer de Goldthwait dans la région de Tadoussac

1. Brachiopodes:

Hemithiris psittacea (Gmelin)

2. Cirripèdes:

Balanus balanus (Linné)

Balanus crenatus (Bruguière)

Balanus hameri (Ascanius)

3. Echinoïdes:

Strongylocentrotus dröbachiensis (Müller)

4. Gastéropodes:

Buccinum hancocki (Mörch)

Buccinum plectrum (Stimpson)

Buccinum tenue (Gary)

Buccinum tottenii (Stimpson)

Natica clausa (Broderip & Sowerby)

Plicifusus kroyeri (Möller)

Tachyrhynchus erosum (Couthouy)

5. Pélécypodes:

Astarte elliptica (Brown) ?

Chlamys islandicus (Müller)

Clinocardium ciliatum (Fabricius)

Ensis directus (Conrad)

Hiatella arctica (Linné)

Macoma balthica (Linné)

Macoma calcarea (Gmelin)

Mya arenaria (Linné)

Mya pseudoarenaria (Schlesch)

Mya truncata (Linné)

Mytilus edulis (Linné)

Portlandia arctica (Gray)

Serripes groenlandicus (Bruguière)

Thyasira gouldi (Philippi) ?

Zirphaea crispata (Linné)

6. Ossements de poisson (espèce non identifiée)

* (Identification faite par J.-C. Dionne et vérifiée, en grande partie en 1970-71 par F.J.E. Wagner, de la Commission géologique du Canada.)

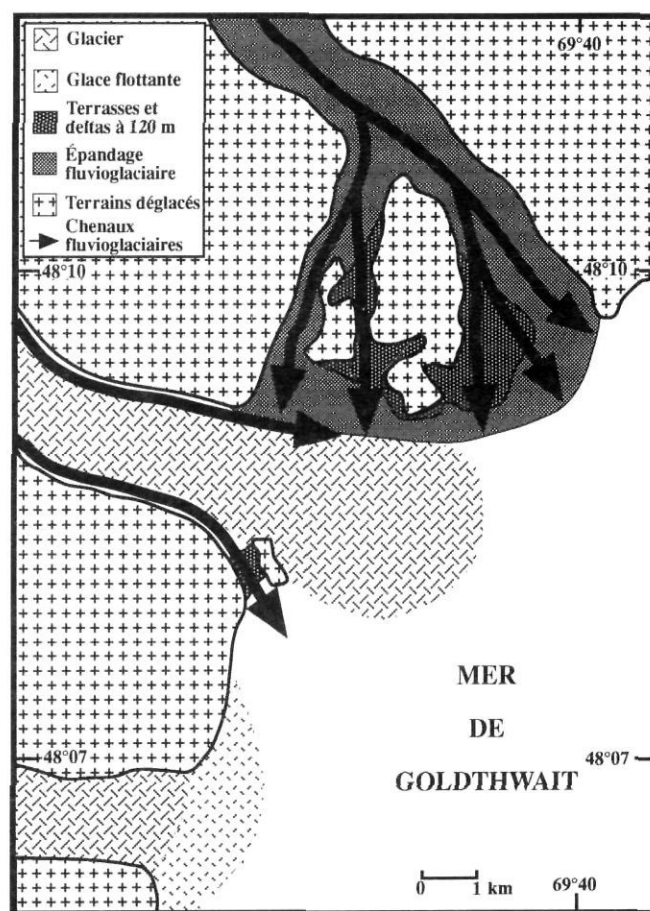


FIGURE 27. Paléoenvironnement associé à la phase finale de la Moraine de Saint-Narcisse vers 10 800-10 600 BP. Le delta perché de Tadoussac d'origine fluvioglaciaire recouvrait en partie de la glace stagnante. Une masse glaciaire stagnait à l'embouchure du Saguenay puisque le fjord n'est pas comblé de sédiments. La fonte de la glace de la vallée de la rivière aux Canards, au sud, est plus précoce (vers 10 800 BP) que celle du Saguenay.

Paleoenvironment related to the latest phase of the St.-Narcisse Moraine, ca 10 800-10 600 BP. The raised paleodelta of Tadoussac was a fluvio-glacial fan overlying bedrock and dead ice. The mouth of the Saguenay fjord is not filled in by sediments and consequently was not ice free. The downwasting of the ice in the rivière aux Canards valley, on the southern shore was earlier (ca 10 800 BP?) than in the Saguenay fjord.

que le delta perché de Tadoussac avec la Moraine de Saint-Narcisse.

6. Séquence de remplissage limono-argileux et de sable d'exondation des vallées du Moulin à Baude, de Sacré-Cœur et des vallées adjacentes à la partie inférieure du fjord du Saguenay. Cette séquence de comblement en milieu marin, coiffée de sables d'exondation, est en contrebas du delta perché de Tadoussac. Elle est nécessairement postérieure à la déglaciation locale. Les sables d'épandage sommitaux, plus récents que 9,3 ka (tabl. I) sont nécessairement postérieurs au delta perché. Les âges au ^{14}C , de 10,4 ka à 9,8 ka, et la nature des sédiments fins qui comblent la vallée de la rivière à Baude démontrent qu'il ne s'agit pas de terrasses emboîtées dans le delta perché de Tadoussac mais bien d'un remplissage postérieur au delta et à la fonte de glace résiduelle dans cette vallée et dans les dépressions adjacentes au Bas-Saguenay. D'après les âges au ^{14}C obtenus dans les parties plus en amont du Saguenay, il est fort probable que la glace stagnante ou active se soit maintenue tardivement, pendant le comblement des vallées adjacentes. Il faut noter que les âges au ^{14}C proviennent de coquilles en position supérieure dans la séquence ; ils correspondent à la fin du remplissage qui a commencé probablement quelques siècles plus tôt.

7. Dépôts de la terrasse de 60 m en contrebas du delta de Tadoussac. La couverture de cette terrasse est composée de sable et gravier stratifiés et, localement, de galets. La base de l'unité qui la compose repose vers 45 m d'altitude par un contact d'érosion franc sur les limons sableux stratifiés de l'invasion marine précoce. L'unité sablo-graveleuse correspond à un faciès de plage mais ne semble pas fossilifère.

En raison de la largeur de cette terrasse (750 m), de l'importante dénivellation du talus entre le delta perché de Tadoussac et la terrasse (50 m) et la disposition en arc de cercle sur le coin nord de l'embouchure du Saguenay avec le Saint-Laurent, il nous semble difficile d'attribuer cette terrasse à une simple érosion marine pendant une phase de stabilisation relative de l'émersion, suivie d'une sédimentation de plage. Cette terrasse est peut-être polygénique. Le contact d'érosion à la base peut représenter une phase de déblaiement par un chenal fluvioglaciaire sur le rebord nord de la langue de glace du Saguenay. Cette surface d'érosion encaissée dans le delta perché, dans les limons marins précoces et les sables latéraux à Tadoussac et au débouché de la rivière à Baude aurait été ensuite recouverte par des dépôts de plage, lorsque le niveau marin relatif a coïncidé avec l'altitude de la surface d'érosion, vers 9,5 ka, d'après la courbe d'émersion apparente de la région (fig. 24) et la terrasse de 55 m datée entre 9180 ± 100 (Beta-37628) et 9650 ± 100 (UL-703) (tabl. I).

L'hypothèse d'une terrasse d'origine purement marine, correspondant à une accélération de la remontée eustatique (donc à une stabilisation du niveau marin relatif), par exemple, après le Dryas III ne peut être exclue. Elle implique un contexte d'érosion à expliquer.

8. Ensemble de terrasses et encoches d'érosion littorale et de séquences de comblement intertidal. Des séquences littorales sont emboîtées dans les argiles de la Mer de

Goldthwait et marquent des étapes de l'émersion régionale. Ces paléo-terrasses sont caractérisées par une surface d'érosion basale, d'amplitude spatiale variable, fossilisée par une séquence d'estran. Les surfaces d'érosion marquent des variations du niveau relatif de la Mer de Goldthwait et de l'estuaire du Saint-Laurent. Nous avons noté en particulier les terrasses et les replats de 40-30 m, 20 m, 14 m et de 6 m (la terrasse Mitis, Dionne, 1989, 1996).

MODALITÉS DE LA DÉGLACIATION RÉGIONALE

État de la question

Les étapes de la déglaciation du secteur aval du Saguenay, en particulier les environs de Tadoussac et de Baie-Sainte-Catherine, sont mal connues. Jusqu'à récemment, on croyait à une déglaciation plutôt tardive du Saguenay. La carte des isolignes du retrait de l'Inlandsis laurentidien (Prest, 1969) indique, en effet, qu'à 12 ka le front glaciaire occupe encore un secteur étroit à l'embouchure du Saguenay, mais qu'à 11,5 ka il se situe à quelques dizaines de kilomètres en amont de Tadoussac. Sur la carte plus récente de Dyke et Prest (1987), on constate qu'à 12 ka le front de l'inlandsis passait aux environs de Tadoussac, qu'à 11 ka, il n'avait reculé que de quelques kilomètres, alors qu'à 10 ka, il se situait dans la partie sud de la cuvette du lac Saint-Jean. Les cartes détaillées des mêmes auteurs indiquent que le secteur aval du Saguenay était encore couvert de glace vers 11 ka et que le front glaciaire avait reculé jusqu'au lac Saint-Jean vers 10 ka. Dyke et Prest (1987) estiment par ailleurs que vers 12 ka, l'inlandsis occupait encore la majeure partie de la côte nord du Saint-Laurent (voir aussi Chauvin *et al.*, 1985), alors que vers 13 ka, le front de la baie de vélage, développée dans la vallée du Saint-Laurent (Thomas, 1977) se situait un peu en aval de l'embouchure du Saguenay, soit à peu près à la tête du chenal Laurentien.

Une série de cartes détaillées (LaSalle *et al.*, 1977) donnent une idée de la position et de la configuration du front de l'Inlandsis laurentidien entre 13,5 et 10 ka dans le secteur compris entre le lac Saint-Pierre et Baie-Comeau. D'après les schémas proposés, l'embouchure du Saguenay aurait vraisemblablement été occupée par une masse de glace jusque vers 10,5 ka, d'où une submersion marine tardive des basses terres côtières. Ce scénario est toutefois fondé sur les très rares dates au radiocarbone disponibles à l'époque. La carte de la paléogéographie du Québec à 11 ka (Parent *et al.*, 1985, p. 26) indique, elle aussi, une masse de glace à l'embouchure du Saguenay, à cette époque ; même chose pour la carte schématique du couvert végétal du Québec méridional vers 10,8 ka (Richard, 1985). Par contre, les cartes schématiques contenues dans deux publications récentes (Richard, 1994a, p. 144 ; 1994b, p. 166) indiquent un tracé du front glaciaire à 11 ka passant à quelques kilomètres au nord de l'embouchure du Saguenay. Nous ignorons cependant sur quelles données de base ce nouveau tracé a été établi. Pour Praeg *et al.* (1992, fig. 1), l'embouchure du Saguenay était déjà libre de glace à 11 ka.

Hypothèses sur le mode de déglaciation

Que s'est-il passé exactement ? Nous en savons malheureusement peu de choses. D'après les données disponibles,

nous pensons qu'une langue de glace a occupé le Saguenay et son embouchure alors que le Bouclier laurentidien dans le secteur avoisinant était déjà déglacé. Les éléments qui soutiennent cette interprétation sont les suivants. D'une part, la position du front glaciaire à l'embouchure du Saguenay est soulignée par trois arcs morainiques successifs (fig. 4). Bien qu'on ignore leur âge, nous croyons qu'ils ont été mis en place après la déglaciation de la vallée du Saint-Laurent et qu'ils caractérisent la langue glaciaire localisée dans le fjord. Un de ces fronts pourrait donc correspondre à la récurrence de Saint-Narcisse survenue autour de 10,8 ka (Occhietti, 1989).

D'autre part, les complexes deltaïques et pro-deltaïques de Tadoussac et de Baie-Sainte-Catherine en bordure du fjord ont dû être édifiés autour de 11-10,8 ka, alors qu'il y avait encore de la glace dans les environs (fig. 26). En effet, il est difficile de comprendre comment ces complexes sédimentaires et les larges estrans qui les bordent, notamment la batture aux Alouettes, ont pu être construits s'il n'y avait plus de glace dans le Saguenay.

À cette époque aussi, la vallée de la rivière à Baude et la grande paléo-dépression en amont et dans le secteur de Sacré-Cœur, devaient être occupées par une masse de glace résiduelle, ce qui a permis la construction du delta de Tadoussac. Cette glace, toutefois, a disparu progressivement au rythme du recul de la langue glaciaire dans le Saguenay, de sorte que la vallée de la rivière du Moulin à Baude fut submergée à la fois à partir de son embouchure sur le Saint-Laurent et à partir de la rive gauche du Saguenay via la grande paléo-dépression de l'anse à la Grosse-Roche, quand la langue glaciaire dans le fjord se fut retirée à une quinzaine de kilomètres en amont de l'embouchure, soit vers 10,5 ka

d'après une date sur *Macoma balthica* au sud de Sacré-Cœur (10 400±150 BP, I-5922). Le couloir de la vallée de la rivière du Moulin à Baude, qui se raccorde au nord de la zone étudiée à la vallée de la Sainte-Marguerite, a donc fonctionné comme un bassin de sédimentation lors de la déglaciation du Saguenay et la transgression de la Mer de Goldthwait.

Nous ignorons pour l'instant le rythme de recul du front glaciaire, en particulier de la langue glaciaire canalisée dans le fjord qui a permis à la mer postglaciaire de pénétrer à l'intérieur des terres à la hauteur du Haut-Saguenay. Rappelons que la limite entre la Mer de Goldthwait et le Golfe de Laflamme a été placée à la latitude de la baie des Hahas (Dionne, 1977).

L'arrivée précoce des eaux marines dans la cuvette du lac Saint-Jean est basée sur deux dates au ^{14}C sur coquillages : 10 250±350 (GIF-424) et 10 060±350 (Gif-400) ainsi qu'une date sur marne (fond d'un kettle) de 10 650±160 (I-3605) (LaSalle et Tremblay, 1978, p. 37). La fiabilité des deux dates sur coquillages et de celle sur la marne mérite d'être prise en considération, car les autres dates au ^{14}C sur coquillages disponibles pour le Haut-Saguenay-Lac-Saint-Jean sont toutes plus récentes que 10 ka (tabl. V). Curieusement, le site le plus élevé qui a été daté à ce jour (160 m) dans l'ensemble de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean, est celui de Saint-Fulgence où des myes, en position de vie dans un till remanié, ont donné un âge de 9380±60 (GrN-4811); cette date est celle qui a le plus faible écart de la série (N-15).

En excluant les deux dates de 10 ka, on dispose de sept dates de 9,2 à 9,9 ka et de six dates de 8,5 à 8,7 ka pour le

TABLEAU V
Dates au ^{14}C sur coquillages pour le Golfe de Laflamme

Localité	Altitude (m)	N° lab.	Âge BP	Espèces	Dépôt	Référence
Lac-Saint-Jean						
St-Jérôme	113	Gif-424	10 250±350	<i>Macoma balthica</i>	Sable & gravier remanié	LaSalle & Rondot (1967)
St-Jérôme	153	Gif-400	10 060±350	<i>M. balthica</i> , <i>H. arctica</i> <i>Portlandia arctica</i>	Sable & gravier remanié	LaSalle & Rondot (1967)
Alma	105	GX-1497	9 930±190	<i>Mya arenaria</i>	Limon stratifié	Dionne & Laverdière (1969)
Desbiens	119	Gif-423	9 560±350	<i>Macoma balthica</i>	Sable deltaïque	LaSalle & Rondot (1967)
St-Cœur-de-Marie	100	GSC-1555	9 350±280	<i>Portlandia arctica</i>	Argile marine	Lowdon & Blake (1976)
St-Jérôme	120	GSC-375	9 340±160	<i>Macoma balthica</i>	Gravier littoral	Dyck <i>et al.</i> (1966)
St-Nazaire	145	GX-1495	8 710±230	<i>Hiattella arctica</i>	Sable-gravier fluvio-glaciaire remanié	Dionne & Laverdière (1969)
Alma	130	GSC-313	8 680±140	<i>H. arctica</i> , <i>M. balthica</i>	Argile marine	Dyck <i>et al.</i> (1966)
St-Félicien	110	GSC-9511	8 630±160	<i>Hiattella arctica</i>	Limon argileux	Dionne & Laverdière (1969)
Haut-Saguenay						
Port-Alfred	53	GSC-1474	9 530±220	<i>Macoma balthica</i>	Sable-gravier fluvio-glaciaire remanié	Lowdon & Blake (1976)
St-Fulgence	160	GrN-4811	9 380±60	<i>Mya truncata</i>	Till remanié	LaSalle & Rondot (1967)
Chicoutimi	8	Y-1700	8 680±80	<i>Hiattella arctica</i>	Sable-gravier fluvio-glaciaire	LaSalle & Rondot (1967)
Kénogami	120	Y-1701	8 630±80	<i>M. balthica</i> , <i>H. arctica</i>	Sable limoneux	LaSalle & Rondot (1967)
Bagotville	70	I-5921	8 550±140	<i>Mya arenaria</i>	Sable fin limoneux	Dionne & Laverdière (1969)

Golfe de Laflamme, ce qui permet de penser que le lobe d'inlandsis dans le Saguenay a dû entraver la pénétration des eaux marines dans la cuvette du lac Saint-Jean au moins jusqu'à 10 ka.

LA TRANSGRESSION DE LA MER DE GOLDTHWAIT

L'invasion marine

Amorcée sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent vers 13 ka environ, la submersion postglaciaire s'est manifestée avec plus d'un millénaire de retard sur la rive nord. En effet, on ne dispose encore d'aucune date au radiocarbone excédant 12 ka sur la côte nord du Saint-Laurent, en aval de Québec (Dionne, 1977 ; Lavoie, 1983 ; Bigras et Dubois, 1987) (tabl. VI).

Le front de l'Inlandsis laurentidien semble donc s'être attardé sur la rive nord, alors que la baie de vélage atteignait déjà la région de Québec et permettait à la Mer de Goldthwait de submerger les basses terres environnantes. Cette interprétation repose, toutefois, sur deux dates seulement : 12 400±160 (GSC-1533) sur *Portlandia arctica*, à Charlesbourg et 12 230±250 (QU-93), sur *Hiatella arctica*, à Saint-Henri-de-Lévis (tabl. VII). Quelle est la valeur réelle de ces

deux dates ? Il est difficile de se prononcer. Mais il convient de signaler qu'on ne dispose actuellement d'aucune date de 12 ka pour la côte sud, en amont de Rivière-du-Loup, un secteur pour lequel on possède seulement deux dates supérieures à 11 ka dont une sur *Macoma calcarea*, à Kamouraska (11 320±130 ; UL-116) et une sur de la matière organique, à Saint-Eugène (11 050±130 ; QU-448) (tabl. VIII). On pourrait en déduire que, lors de la phase initiale de la Mer de Goldthwait sur les côtes sud et nord du moyen estuaire, la ligne de rivage correspondait à des masses de glace (Dionne et Coll, 1995). Rappelons par ailleurs que le Quaternaire de cette vaste région côtière demeure mal connu d'où plusieurs incertitudes sur l'âge de la transgression goldthwaitienne et la limite maximale atteinte.

Dans ce contexte, les données récentes sur la région de Tadoussac présentent un intérêt capital et constituent un jalon important, puisque jusqu'à maintenant la plus vieille date au radiocarbone pour ce secteur était de 10,4 ka.

Les nouvelles données (tabl. I) indiquent que la transgression goldthwaitienne a commencé environ un millénaire plus tôt. Il convient cependant de préciser que les huit nouvelles dates au ¹⁴C supérieures à 10,4 ka ont été obtenues sur des

TABLEAU VI

Liste des plus vieilles dates au ¹⁴C pour la déglaciation et la submersion marine postglaciaire, Côte Nord de l'estuaire du Saint-Laurent

Localité	N° lab.	Âge BP	Matériel daté	Référence
Baie-St-Paul	UL-533	11 110±140	<i>Macoma balthica</i>	Bonenfant (1993)
	UL-700	10 600±140	<i>Macoma balthica</i> et <i>Hiatella arctica</i>	Bonenfant (1993)
	GX-5328	10 710±215	Gyttja	Labelle & Richard (1981)
	QU-73	10 000±170	Coquillages	Rondot (1974)
Clermont	Beta-13469	10 640±130	<i>Hiatella arctica</i>	Govare & Gangloff (1989)
Les Éboulements	Beta-12995	10 580±80	<i>Hiatella arctica</i>	Govare & Gangloff (1989)
La Malbaie	QU-55	11 050±460	Gyttja	Richard & Poulin (1976)
Tadoussac	UL-1029	11 740±80	<i>Macoma balthica</i>	Présente contribution
	TO-2890	11 130±80	<i>Macoma balthica</i>	"
	TO-2889	11 040±80	<i>Macoma calcarea</i>	"
	TO-4342	10 920±90	<i>Macoma calcarea</i>	"
	Beta-79125	11 120±60	<i>Macoma balthica</i>	"
	TO-4161	10 700±80	<i>Portlandia arctica</i>	"
	TO-2293	10 410±80	<i>Macoma balthica</i>	"
	Beta-79126	10 710±110	<i>Macoma balthica</i>	"
Baie-Comeau	I-5922	10 400±150	<i>Macoma balthica</i>	"
	UQ-1233	10 350±100	<i>Mytilus edulis</i>	Brigas & Dubois (1987)
	UQ-1234	10 200±100	<i>Mytilus edulis</i>	" "
	UQ-1232	10 000±100	<i>Mytilus edulis</i>	" "
	UQ-1237	10 000±100	<i>Mya truncata</i>	" "
Sept-Îles	QU-200	10 620±360	<i>Hiatella arctica</i>	Tremblay (inédit)*
	QU-206	10 440±320	<i>Balanus</i> sp.	" "
	QU-216	10 060±200	<i>Macoma balthica</i>	" "
			<i>Hiatella arctica</i>	" "
Sheldrake	Gif-3770	10 230±230	Coquillages	Dubois (1979) Bigras et Dubois (1987)

* Les dates ¹⁴C de Tremblay sont toutefois plus vieilles que celles obtenues par Dredge (1983) et Dubois (1979). Voir Bigras et Dubois (1987) pour comparaison.

coquillages provenant de dépôts limono-argileux en bordure du littoral actuel. La mise en place de ces dépôts de type rythmites a dû s'effectuer dans un milieu proglaciaire ou paraglaciale. À cette époque, le Saguenay et une partie du Bouclier laurentidien avoisinant devaient être encore occupés par l'Inlandsis laurentidien (fig. 25).

Comme mentionné ci-haut, après avoir ennoyé une frange étroite en bordure du Bouclier laurentidien, la mer a pénétré peu à peu à l'intérieur des terres au rythme du recul du front glaciaire. L'aire occupée par la Mer de Goldthwait est plus étendue du côté droit du Bas-Saguenay que sur la rive opposée, en raison de la prépondérance des hautes terres du côté SO et de la rareté des paléo-dépressions débouchant sur le Saguenay.

L'altitude maximale atteinte par la Mer de Goldthwait n'est pas connue avec précision faute de lignes de rivage et de dépôts corrélatifs. Du côté sud-ouest, il existe un petit delta perché à 125 m d'altitude (fig. 2). Dans le secteur de Baie-Sainte-Catherine, caractérisé par une langue de terre composée de dépôts meubles quaternaires, l'altitude maximale des dépôts n'excède pas 65 m à la tête de la vallée de la rivière aux Canards. Par contre, une grande dépression, située au SO de cette vallée et au NE de la Grande Crique, a été remblayée jusqu'à une altitude de 125 m. Il est possible

que la Mer de Goldthwait ait excédé cette cote. En effet, dans le secteur amont du ruisseau Sainte-Catherine (secteur du lac Vital), le fond d'une dépression est remblayé de dépôts sableux avec intercalations de lits limono-argileux non fossilifères. Dans ce cas, si le plan d'eau était celui de la Mer de Goldthwait, une altitude maximale voisine de 145 m aurait pu être atteinte.

Tel qu'indiqué antérieurement, la superficie occupée par la Mer de Goldthwait est plus étendue du côté de Tadoussac. Le delta perché qu'on y trouve a été édifié en contexte juxtaglaciale. Son altitude n'excède pas 130 m. Lors de la mise en place de ce delta, la glace devait occuper le Saguenay et vraisemblablement aussi la vallée de la rivière du Moulin à Baude. Cette dernière fut ennoyée progressivement par la suite et remblayée par des dépôts fins (limon-argile) fossilifères, datés autour de 9,8 ka (9820 ± 150 ; GSC-1500). L'altitude de la surface remblayée est inférieure de plus de 25 m à celle du delta de Tadoussac. Dans la section aval de la vallée, soit entre l'embouchure et la bifurcation de la Nationale 138 et de la route 172, l'altitude maximale de la surface remblayée ne dépasse pas 95 m.

De là en direction de Sacré-Cœur, la plaine s'élargit et l'altitude augmente progressivement vers le NO. Une grande partie de cette plaine alluvionnaire est toutefois voisine de

TABLEAU VII

Liste des plus vieilles dates au ^{14}C pour la submersion marine postglaciaire dans la région de Québec (secteur est)

Localité	N° lab.	Âge BP	Matériel daté	Référence
Charlesbourg	GSC-1533	12 400 \pm 160	<i>Portlandia arctica</i>	Lowdon & Blake (1973)
St-Henri-de-Lévis	QU-93	12 230 \pm 250	<i>Hiattella arctica</i>	Samson <i>et al.</i> (1977)
Notre-Dame-des-Laurentides	GSC-1235	11 600 \pm 160	<i>Mya truncata</i>	Lowdon & Blake (1976)
Ste-Anne-de-Beaupré	GSC-1295	11 200 \pm 160	<i>Balanus</i> sp.	Lowdon & Blake (1976)
Beauport	GSC-1232	11 100 \pm 160	<i>Balanus</i> sp.	Lowdon & Blake (1976)
	QU-97	10 650 \pm 240	<i>Hiattella arctica</i>	Samson <i>et al.</i> (1977)

TABLEAU VIII

Liste des plus vieilles dates au ^{14}C pour la Mer de Goldthwait entre Lévis et Rivière-du-Loup

Localité	N° lab.	Âge BP	Matériel daté	Référence
Kamouraska	UL-1116	11 320 \pm 130	<i>Macoma calcarea</i>	Dionne (inédit)
Saint-Eugène	QU-448	11 050 \pm 130	Matière organique	Lortie & Guilbault (1984)
Mont-Carmel	QU-565	10 920 \pm 90	Coquillages	Lortie & Guilbault (1984)
Morigeau	QU-492	10 900 \pm 150	<i>Balanus hameri</i>	Dionne (1985)
Trois-Saumons	QU-403	10 790 \pm 120	<i>Balanus</i> sp.	Lortie & Guilbault (1984)
Mont-Carmel	QU-564	10 670 \pm 90	Coquillages	Lortie & Guilbault (1984)
Cap-St-Ignace	UL-1159	10 650 \pm 140	<i>Macoma calcarea</i>	Dionne (inédit)
Saint-Aubert	QU-407	10 580 \pm 120	Coquillages	Lortie & Guilbault (1984)
Kamouraska	UL-1117	10 520 \pm 150	<i>Balanus hameri</i>	Dionne (inédit)
Saint-Vallier	QU-1051	10 460 \pm 160	<i>Macoma calcarea</i>	Dionne (1988d)
Cap-St-Ignace	UL-181	10 290 \pm 120	<i>Macoma calcarea</i>	Dionne (1988d)
Berthier-sur-Mer	TO-4162	9860 \pm 80	<i>Portlandia arctica</i>	Dionne (inédit)
St-Aubert	QU-408	10 270 \pm 140	<i>Balanus</i> sp.	Lortie & Guilbault (1984)
Montmagny	UL-391	10 080 \pm 130	<i>Macoma calcarea</i>	Dionne (1988d)

130 m d'altitude, avec quelques secteurs compris entre 135 et 140 m. Aucune plage fossilifère n'a été trouvée au plus haut niveau. L'altitude maximale de la Mer de Goldthwait dans ce secteur n'a probablement pas excédé 150 m. La submersion s'est effectuée à la fois par la vallée de la rivière du Moulin à Baude et par la rive orientale du Saguenay, à partir de la paléo-dépression débouchant sur l'anse de la Grosse-Roche.

Il en est de même du secteur en face, soit celui situé derrière l'anse de Saint-Étienne, où l'altitude de la plaine de remblaiement culmine entre 130 et 135 m, avec quelques secteurs de dunes entre 140 et 145 m. Même situation pour une vallée attenante au SO de l'anse Saint-Étienne. Là aussi, il est possible que le niveau maximal de la Mer de Goldthwait se situe autour de 150 m. Bref, dans la région étudiée, les dépôts de la Mer de Goldthwait n'excèdent nulle part 140 m d'altitude. Aux environs de Tadoussac, l'altitude maximale atteinte par la Mer de Goldthwait après la déglaciation pourrait avoir été de 140 m, alors que dans les secteurs de Sacré-Cœur et de Saint-Étienne, elle aurait été de 150 m. Si on tient compte de l'altitude atteinte par la Mer de Goldthwait dans la région du Haut-Saguenay, soit environ 180 m (Dionne et Laverdière, 1969 ; LaSalle et Tremblay, 1978), il y aurait alors un gradient de quelques degrés entre Tadoussac et La Baie, localité située à environ 90 km en amont, en ligne droite (fig. 1).

L'âge de la transgression

D'après les données disponibles, le début de la Mer de Goldthwait dans la région de Tadoussac est antérieur à 11,1 ka. Les dépôts qui ont été datés sont des rythmites limono-argileuses appartenant à un complexe prodeltaïque. La faune y est peu abondante et peu diversifiée. Essentiellement ce sont des espèces pionnières exigeant une faible salinité, notamment *Portlandia arctica* et *Macoma balthica*. La présence de couches ou de lentilles de diamicton dans les rythmites ou à leur voisinage indique un milieu à proximité de masses de glace. Les foraminifères d'un échantillon à la pointe Hubert parlent dans le même sens.

Les dépôts marins profonds de l'embouchure du Saguenay (Tadoussac et Baie-Sainte-Catherine) ainsi que ceux de Grandes-Bergeronnes ont donc été mis en place au cours de la première phase de la transgression postglaciaire. Vers 10,4 ka, la mer avait pénétré assez loin à l'intérieur de la vallée de la rivière du Moulin à Baude et submergeait le secteur de Sacré-Cœur. Il existe donc un décalage entre la submersion de la bande côtière et l'intérieur des terres dû au déglacement tardif du Saguenay.

L'ÉMERSION DES TERRES

La série de dates au ^{14}C acquises récemment (tabl. I) a permis d'esquisser une courbe de relèvement isostatique des terres pour la région de Tadoussac (fig. 24). Cette courbe indique un relèvement rapide et important au cours des trois premiers millénaires, de l'ordre de 120 à 130 m suivant l'endroit, ou encore un taux moyen de 4 à 4,3 cm par année.

Le niveau de la Mer de Goldthwait était à environ 20 m vers 8,5 ka et voisin du niveau actuel vers 6 ka. D'après les

données disponibles concernant la terrasse Mitis, le niveau marin relatif aurait remonté par la suite, vers 2 ka. En effet, l'âge médian (N-16) de l'unité intertidale de la terrasse Mitis, à la pointe aux Alouettes, est de 1370 ± 70 (UL-839), alors que celui des plages, en surface, est de 1280 ± 60 (Beta-36759). La terrasse Mitis, aujourd'hui à 6 m d'altitude, a donc émergé vers 1,2 ka (Dionne, 1996a).

D'après Emery et Aubrey (1991), qui se basent sur les données marégraphiques d'une période de 13 ans, la région de Tadoussac serait en voie d'émergence à un taux moyen annuel de 5,7 mm. Compte tenu du degré de fiabilité (0,72) relativement faible d'une si courte série marégraphique, on ne saurait insister davantage sur les conditions récentes prévalant à l'embouchure du Saguenay. On rappellera cependant que l'érosion domine de part et d'autre du Saguenay.

La courbe de relèvement isostatique de Tadoussac se compare avec celle de Dubois (1979) (voir aussi Bigras et Dubois, 1987) pour la haute côte nord à l'est du Saguenay, bien que cette dernière soit incomplète et peu précise pour certaines périodes. Notre courbe diffère de celle réalisée par Gangloff et Richard (1983) pour la région comprise entre Grandes-Bergeronnes et Baie-Sainte-Catherine. Les événements mis en évidence par la courbe préliminaire de Daigneault (1985) et de Prichonnet et Daigneault (1988) (voir aussi Archambault, 1987) pour Grandes-Bergeronnes, n'ont pas été décelés dans la région voisine de Tadoussac. Cette courbe, en effet, montre l'existence d'une légère fluctuation positive du niveau marin relatif vers 5 ka, une fluctuation de quelques mètres qui aurait ramené le niveau de la mer à une altitude voisine de 18 m. Cet événement paraît difficile à corréler avec le bas niveau (± 4 m) trouvé à l'embouchure de la rivière des Petites-Bergeronnes, où des myes en position de vie, dans un dépôt intertidal limono-argileux surmontant une surface d'érosion dans l'argile de la Mer de Goldthwait, ont donné un âge de 6020 ± 90 (GSC-5390) et 6360 ± 100 (UL-987). La courbe d'émergence des terres de Tadoussac ne tient donc pas compte des dates sur charbon de bois obtenues par Prichonnet et Daigneault (1988) (tabl. IX).

La courbe de relèvement isostatique de Tadoussac présente trois cheminements possibles pour la période postérieure à 8 ka. Un tracé montre un abaissement du niveau marin relatif jusqu'à environ 1-2 m vers 6 ka, puis une remontée de quelques mètres par la suite correspondant à la ligne de rivage Mitis. Un tracé opposé fait passer la courbe par un point voisin de 10 m basé sur une datation ancienne de 3150 ± 130 (Lougee et Lougee, 1976). Le troisième tracé (courbe médiane) ignore l'existence du bas niveau marin autour de 6 ka et la date de Lougee. Dans l'état actuel des connaissances, nous croyons que le premier tracé, c'est-à-dire celui qui souligne l'existence d'un bas niveau marin relatif vers 6 ka est le plus plausible. Rappelons en passant que sur la rive sud du Saint-Laurent, en face de Tadoussac, l'existence d'un bas niveau marin a été mise en évidence dans plusieurs sites au cours des dernières années (Dionne, 1985, 1988b, 1988c, 1988d, 1990 ; Dionne et Coll, 1995). L'existence d'un bas niveau marin au milieu de l'Holocène sur la rive nord du Saint-Laurent est donc probable même s'il reste à démontrer avec plus de certitude. À la pointe aux Outar-

TABLEAU IX
Datation au ^{14}C pour la région de Grandes-Bergeronnes

N° lab.	Âge BP	Altitude (m)	Matériel	Référence
Beta-8282	8860±130	47,3	<i>Balanus</i> sp.	Gangloff & Richard (1983)
Beta-8283	7100±130	23	Tourbe	Gangloff & Richard (1983)
Beta-10817	8930±100 (corrigé)	20,6	<i>Balanus</i> sp.	Daigneault (1985)
idem	8530±100			
Beta-10818	8440±120	35,8	algues marines (?)	Daigneault (1985)
Beta-10819	2030±80	6 (terrasse de 8,5 m)	Bois	Daigneault (1985)
Beta-11285	5500±100	16,2	Charbons de bois (archéologie)	Daigneault (1985)
Beta-10814	5160±490	16,3	Charbons de bois (archéologie)	Daigneault (1985)
TO-4160	10 700±80	20	<i>Portlandia arctica</i>	Dionne (inédit)
GSC-5390	6020±90	4	<i>Mya arenaria</i>	Dionne (inédit)
GSC-5476	6430±80	3	<i>Clinocardium ciliatum</i>	Dionne (inédit)
UL-987	6360±100	4	<i>Mya arenaria</i>	Dionne (inédit)

des, par exemple, une surface d'érosion taillée dans les argiles de la Mer de Goldthwait et recouverte d'alluvions deltaïques contient des myes en position de vie datées à 7600 ± 150 (UQ-1363) (Bigras et Dubois, 1987). Cette date correspond à l'âge de l'unité 2 de la coupe de Montmagny composée d'un faciès de zone intertidale inférieure ou du début de la zone infratidale (Dionne, 1988d).

INTÉRÊT DES ÉVÉNEMENTS PALÉOGÉOGRAPHIQUES

Les ensembles morphosédimentaires du Quaternaire de l'embouchure du Saguenay apportent de nouveaux éléments à la reconstitution générale des événements paléogéographiques de l'axe du Saint-Laurent en cours d'élaboration (Occhietti, 1990).

1. Événement marin du Wisconsinien moyen au Saguenay : preuve d'un épisode de déglaciation interstadiaire dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent.

Les fragments de coquilles remaniés dans le sable inférieur et les dépôts de marge glaciaire de la pointe aux Alouettes attestent de la présence de colonies de l'une (ou plusieurs) des espèces de petite taille du genre *Balanus* sur des surfaces rocheuses, dans le secteur amont de l'embouchure du Saguenay. Cette colonie correspond à des faciès peu profonds : *B. crenatus* et *B. balanoides* vivent actuellement du niveau de la marée basse jusqu'à respectivement -90 m et -180 m. La zone de croissance optimale de *B. crenatus* est à -16 m et entre -45 et -90 m (Wagner, 1970). *B. balanoides* vit actuellement au niveau médian de la zone intertidale jusqu'à -9 m (Bousfield, 1960).

L'invasion marine représente un épisode non glaciaire interstadiaire du Wisconsinien, au moins jusqu'à la tête du chenal Laurentien. Cet interstade peut coïncider avec l'un des hauts niveaux marins, soit vers 28 ka, 41-45 ka, 61 ka ou 82 ka enregistrés en Nouvelle-Guinée (Bloom *et al.*, 1974) et pour les plus anciens également aux Bermudes (Harmon *et al.*, 1978) et à la Barbade (Shackleton et Matthews, 1977).

L'âge au ^{14}C de $34\,510 \pm 380$ BP, proche de la limite de la méthode du ^{14}C appliquée à des coquillages, doit être considéré comme un âge minimal. La précision de l'aminochronologie est limitée par la haute variabilité d'épimérisation manifestée par les cirripèdes (*Balanus*). Toutefois, les taux d'épimérisation varient dans une fourchette de valeurs de référence. Les taux sont plus faibles que ceux des coquilles de l'invasion de la Mer de Cartier (Ferland et Occhietti, 1990) attribuée à la fin du sous-stade isotopique froid 5b, vers 90 ka, immédiatement avant l'épisode des Sédiments de Saint-Pierre (Occhietti *et al.*, sous presse). Les taux sont beaucoup plus forts que ceux des coquilles de la Mer de Goldthwait.

L'événement interstadiaire de l'embouchure du Saguenay semble donc nettement plus ancien que 11,7 ka et plus récent que 90 ka, en tenant compte de la différence de température entre le secteur de référence de la vallée moyenne du Saint-Laurent (température moyenne actuelle ou TMA + 4,5°C à Trois-Rivières) et celle de Tadoussac (TMA = +2°C). L'interstade peut correspondre à l'une des deux invasions marines identifiées à l'île d'Anticosti au début et à la fin du Wisconsinien moyen (Bigras *et al.*, 1988).

2. Déglaciation et invasion marine précoce à l'embouchure du Saguenay avant 11 ka

Le groupe d'âges au ^{14}C antérieurs à 11 000 BP des coquilles de l'unité prodeltaïque des pointes aux Vaches, au Bouleau et Hubert indique que les marges de l'embouchure du Saguenay étaient libres de glace avant 11 ka ou peut-être même 11,7 ka, probablement de part et d'autre de l'extrémité d'une langue glaciaire dans le Saguenay. La déglaciation de la rive nord de l'estuaire du Saint-Laurent est nettement plus précoce que ce qui avait été proposé dans les modèles antérieurs. La précocité de la déglaciation à l'embouchure du Saguenay est attribuée à la position immédiatement en amont de la tête du chenal Laurentien, position favorable à l'ablation accélérée du front glaciaire par vélage d'icebergs. Il semble que l'extrémité de la langue de glace du Saguenay

se soit maintenue pendant un demi-millénaire. Pendant ce laps de temps, la glace sur les Laurentides s'est amincie, d'après le mode d'écoulement sur le secteur à l'ouest de Baie-Sainte-Catherine et d'après la disposition du front glaciaire à Saint-Siméon, lors de l'épisode de la Moraine de Saint-Narcisse. Ce front glaciaire épouse la topographie, avec des avancées dans les dépressions et des positions en retrait derrière les reliefs (voir la carte h.t. in Hardy, 1970).

3. L'épisode de Saint-Narcisse.

Le delta perché de Tadoussac, à 120 m d'altitude, marque une phase de sédimentation proglaciaire en progression vers la mer, d'après la position du delta à seulement 750 m en arrière des argiles marines précoces. L'événement est postérieur à ces argiles marines et antérieur au comblement de la vallée du Moulin à Baude (10 400 ± 150 BP, I-5922). D'après la courbe d'émersion apparente (fig. 24), le niveau marin relatif de 120 m correspond à un âge de l'ordre de 11 000-10 600 BP, soit l'âge attribué à la phase fluvioglaciaire de l'épisode de Saint-Narcisse dans la région de Trois-Rivières (Occhietti, 1980). Le delta perché de Tadoussac s'étendait très probablement jusqu'à l'embouchure de la rivière du Moulin à Baude et sur une partie de l'embouchure du Saguenay (fig. 26).

Le diamicton intercalé dans les falaises de la pointe Hubert, à l'embouchure de la rivière aux Canards, peut correspondre à une phase glaciomarine précoce de l'épisode de la Moraine de Saint-Narcisse. Une telle phase précoce, à caractère glaciomarin, est observée dans la vallée du Saint-Maurice (diamicton de Yamachiche, Occhietti, 1980).

Le delta perché de Tadoussac est un épandage provenant du nord du Saguenay. Aucune accumulation locale majeure n'a pu être distinguée au sud du Saguenay. La glace était amincie sur le plateau à l'ouest de Baie-Sainte-Catherine et n'atteignait probablement la Mer de Goldthwait que dans les dépressions qui bordent actuellement le contrefort des Laurentides. Les affleurements de till de la pointe du Diamicton et le kame de l'anse du Chafaud aux Basques (Dionne, 1996b) sont peut-être associés à l'épisode de Saint-Narcisse.

4. Mode de retrait de l'inlandsis au nord de l'estuaire moyen du Saint-Laurent.

Les observations faites dans la région étudiée, associées au tracé de la Moraine de Saint-Narcisse en Charlevoix (fig. 1) par Rondot (1974), Hardy (1970), LaSalle *et al.* (1977), confirment le mode de retrait de l'inlandsis par amincissement général de l'épaisseur du glacier et par la stagnation et la fonte sur place de la glace marginale. À l'instar du complexe morainique frontal de la Côte-Nord (Dubois et Dionne, 1985), les positions frontales ont été commandées par le relief et non par la latitude. La glace s'est maintenue dans les vallées principales, à l'exemple du fjord du Saguenay, comme cela a pu être constaté dans la région de Shawinigan (Occhietti, 1980). Au nord du Saguenay, la proximité d'un centre de dispersion a apparemment modifié ce mode de retrait.

CONCLUSION

L'étude des événements quaternaires de la région à l'embouchure du Saguenay apporte de nombreux éléments nouveaux. La région a été déglacée et mise en contact avec des eaux marines lors d'un interstade daté de 35 ka ou plus. Cet épisode marin représente le quatrième événement marin enregistré dans l'estuaire moyen et supérieur du Saint-Laurent depuis le stade glaciaire de l'Illinoien. Il est plus récent que l'invasion de la mer tardi-illinoienne identifiée par forage à l'île aux Coudres (Boespflug *et al.*, 1995 ; Occhietti *et al.*, 1995) et que la brève invasion de la Mer de Cartier reconnue à Sainte-Anne-de-la-Pérade (Ferland et Occhietti, 1990), datée du Sangamonien supérieur, vers 90 ka. Il précède l'invasion de la Mer de Goldthwait identifiée dans la région dès 11,7 ka.

La dernière déglaciation régionale est survenue plus tôt qu'il n'était reconnu auparavant. Des limons et des argiles prodeltaïques datés de plus de 11 ka encadrent l'embouchure du Saguenay. Cette déglaciation rapide de la vallée du Saint-Laurent en face de Tadoussac est liée à sa position à la tête du chenal Laurentien. Le delta perché de Tadoussac, à 120-125 m d'altitude, indique une progression de sédiments fluvioglaciaires, vers 11-10,6 ka, attribuée à l'épisode de la Moraine de Saint-Narcisse. La déglaciation de la région est caractérisée par la persistance tardive d'une langue de glace dans le fjord du Saguenay, contemporaine du retrait par amincissement de la glace d'une marge d'inlandsis, au sud, et par une marge plus directement associée à un centre de dispersion, au nord.

L'étude de l'embouchure du Saguenay révèle l'existence d'importants corps sédimentaires et ouvre de nouvelles perspectives de recherche. Les grandes battures de la pointe aux Vaches et aux Alouettes représentent des amas sédimentaires composites dont l'épaisseur totale peut atteindre 400 m. Ces sédiments ont été accumulés à la tête du chenal Laurentien, à l'embouchure du Saguenay et en aval du chenal Nord. Les bourrelets sous-marins représentent-ils des arcs morainiques ? Des levés géophysiques à haute résolution et, si possible, des forages permettront de reconstituer l'origine de cette accumulation majeure.

La signification et l'âge de l'argile brune des Grandes-Bergeronnes, sous un till carbonaté restent à étudier. Les caractéristiques des tills et diamictons régionaux (fabriques, composition lithologique des débris, structures) devraient permettre de préciser leur origine et les événements glaciaires associés. La chronologie par les acides aminés et par d'autres méthodes devrait permettre de proposer des corrélations inter-régionales. Bref, la région de l'embouchure du Saguenay représente un secteur original de l'axe de drainage du Saint-Laurent, d'où la nécessité de poursuivre et d'approfondir les recherches dans ce secteur clé.

REMERCIEMENTS

Cette étude s'inscrit dans un projet de recherche sur le Quaternaire du Saguenay et de l'estuaire du Saint-Laurent subventionné par la Commission géologique du Canada et par le Conseil national de recherche du Canada (programme

CRSNG). Le premier auteur remercie les étudiants du Département de géographie de l'Université Laval qui ont participé à certains relevés de terrain, Robert Bonenfant, Alain Fournier et surtout Stephen Poitras. Le second auteur remercie les étudiants de l'Université du Québec à Montréal qui l'ont assisté lors de relevés faits en 1994. Sont également remerciés Pierre Pichet et Louise Cournoyer du Laboratoire d'aminochronologie (GEOTOP), André Parent et Éric Morissette, du Département de géographie pour la mise au propre d'une partie des figures. Nos remerciements s'adressent aussi aux laboratoires de datation au radiocarbone du Centre d'études nordiques (U.L.) et de la Commission géologique du Canada, qui ont effectué une partie des datations ainsi qu'au Laboratoire de cartographie du Département de géographie (U.L.) qui a réalisé une partie des figures. Pierre Gangloff (Université de Montréal) nous a aimablement communiqué des renseignements sur la région de Grandes-Bergeronnes. M^{me} Thérèse Lambert du Département de géographie de l'Université Laval a traité les diverses versions du manuscrit. La carte préliminaire des formations meubles qui sera publiée par la Commission géologique du Canada, a été levée par le premier auteur alors à l'emploi d'Environnement Canada, Service canadien des terres (Québec).

RÉFÉRENCES

- Archambault, M.-F., 1987. L'Archaïque sur la haute Côte Nord du Saint-Laurent. *Recherche amérindiennes au Québec*, 17 : 101-113.
- Bigras, P. et Dubois, J.-M.M., 1987. Répertoire commenté des datations ¹⁴C du nord de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, Québec et Labrador. Département de géographie, Université de Sherbrooke, Bulletin de recherche, 94-96, 166 p.
- Bigras, P., Gwyn, Q. H. J. et Dubois, J.-M. M., 1988. Aminostratigraphie des sédiments quaternaires de l'Île d'Anticosti, Québec : analyse préliminaire. Université de Sherbrooke, Département de géographie, Bulletin de recherche 97-98, 70 p.
- Bloom, A.L., Broecker, W.S., Chappell, J.N.A., Matthews, R.K. et Mesolella, K.J., 1974. Quaternary sea level fluctuations on a tectonic coast : New ²³⁰Th/²³⁴U Dates from the Huon Peninsula, New Guinea. *Quaternary Research*, 4 : 185-205.
- Boespflug, X., Long, B.F.N. et Occhietti, S., 1995. Axial tomodesitometry in stratigraphy : A numerical approach. *Marine Geology*, 122 : 281-301.
- Bonenfant, R., 1993. Chronologie des événements post-glaciaires à l'Holocène dans la basse vallée du Gouffre (Charlevoix). Mémoire de maîtrise, Département de géographie, Université Laval, Québec, 148 p.
- Bousfield, E.L., 1964. Coquillages des côtes canadiennes de l'Atlantique. Musée national du Canada, 89 p.
- Chauvin, L., Martineau, G. et LaSalle, P., 1985. Deglaciation of the Lower St. Lawrence region, Québec. *Geological Society of America, Special Paper* 197 : 111-123.
- Coleman, A.P., 1927. Glacial and interglacial periods in Eastern Canada. *Journal of Geology*, 35 : 385-403.
- Daigneault, R.A., 1985. Cadre géologique ses sites archéologiques DbFj-11 et DbEj-13 de Grandes-Bergeronnes (été 1984). Département des sciences de la Terre, Université du Québec à Montréal, 34 p.
- Dawson, J.W., 1865. On the post-Pliocene deposits of Rivière-du-Loup and Tadoussac. *Canadian Naturalist*, N.S. 2 : 81-88.
- Dionne, J.-C., 1972a. Cartes morpho-sédimentologiques du Saguenay/Lac-Saint-Jean. Québec, Environnement Canada, Direction des Terres, série de cartes manuscrites à 1/50 000.
- 1972b. Troncs d'arbres fossiles le long de la Sainte-Marguerite-ouest (Saguenay). *Revue de géographie de Montréal*, 26 : 206-208.
- 1972c. Le Quaternaire de la région de Rivière-du-Loup/Trois-Pistoles, côte sud du Saint-Laurent. Centre de recherches forestières des Laurentides, Québec, Rapport d'information Q-F-X-27, 95 p.
- 1973. La dispersion des cailloux ordoviciens dans les formations quaternaires, au Saguenay/Lac-Saint-Jean, Québec. *Revue de Géographie de Montréal*, 27 : 339-364.
- 1977. La mer de Goldthwait au Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 31 : 61-80.
- 1985. Observations sur le Quaternaire de la rivière Boyer, côte de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 39 : 35-46.
- 1986. Blocs de dolomie à stromatolites sur les rives de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 40 : 93-98.
- 1988a. Le Quaternaire de la basse terrasse à Petite-Rivière-Saint-François, moyen estuaire du Saint-Laurent. 6e Colloque quadriennuel de l'AQQUA (Rimouski), Résumés des communications, p. 34-36.
- 1988b. Note sur les variations du niveau marin relatif à Rivière-Ouelle, côte sud du Saint-Laurent. *Géographie physique et Quaternaire*, 42 : 83-88.
- 1988c. Évidence d'un bas niveau marin à l'Holocène à Saint-Fabien-sur-Mer, estuaire maritime du Saint-Laurent. *Norois*, 35 : 19-34.
- 1988d. Holocene relative sea-level fluctuations in the St. Lawrence estuary, Québec, Canada. *Quaternary Research*, 29 : 233-244.
- 1989. Observations sur le Quaternaire de la terrasse Mitis à Baie-Sainte-Catherine, embouchure du Saguenay. Association géologique du Canada, Réunion annuelle (Montréal), Programme et Résumés, 14 : A-III.
- 1990. Observations sur le niveau marin relatif à l'Holocène, à Rivière-du-Loup, estuaire du Saint-Laurent. *Géographie physique et Quaternaire*, 44 : 43-53.
- 1993. Écoulement tardi-glaciaire à l'île aux Lièvres et îlots avoisinants, moyen estuaire du Saint-Laurent. Réunion annuelle de l'AQQUA (Québec), Bulletin de l'AQQUA, 19 : 13.
- 1994a. Les erratiques lointains de l'embouchure du Saguenay. *Géographie physique et Quaternaire*, 48 : 179-194.
- 1994b. Découverte d'un kame sur la batture aux Alouettes (Saguenay). Colloque annuel du Centre d'études nordiques, Québec, Résumés, p. 14.
- 1996a. La terrasse Mitis à la pointe aux Alouettes, côte nord du moyen estuaire du Saint-Laurent. *Géographie physique et Quaternaire*, 50 :
- 1996b. Un kame sur la batture aux Alouettes près de l'embouchure du Saguenay. In *Recherches en Cours, Partie C*, Commission géologique du Canada, p. 177-182.
- Dionne, J.-C., et Coll, D., 1995. Le niveau marin relatif dans la région de Matane (Québec), de la déglaciation à nos jours. *Géographie physique et Quaternaire*, 49 : 363-380.
- Dionne, J.-C. et Laverdière, C., 1969. Sites fossilifères du golfe de Laflamme. *Revue de Géographie de Montréal*, 23 : 259-270.
- Dionne, J.-C., et Occhietti, S., 1995. An outline of the Quaternary geology of Tadoussac area, Saguenay, Québec. Joint Meeting CANQUA-CGRG (St. John's Newfoundland), Programme, Abstracts and Field guides, p. CA-13.
- Drainville, G., 1968. Le fjord du Saguenay. I. Contribution à l'océanographie. *Naturaliste canadien*, 95 : 809-855.
- Dredge, L.A., 1983. Surficial geology of the Sept-Iles area, Québec North Shore. Geological Survey of Canada, Memoir 408, 40 p.
- Dubois, J.-M.M., 1979. Environnements quaternaires et évolution postglaciaire d'une zone côtière en émigration en bordure sud du Bouclier canadien : la moyenne Côte Nord du Saint-Laurent. Thèse de Ph.D., Département de géographie, Université d'Ottawa, 754 p.
- Dubois, J.-M.M. et Dionne, J.-C., 1985. The Québec North Shore moraine system : A major feature of Late Wisconsin deglaciation. *Geological Society of America, Special Paper* 197 : 125-138.
- Dyck, W., Lowdon, J.A., Fyles, J.G. et Blake, W., 1966. Geological Survey of Canada Radiocarbon Dates V. Geological Survey of Canada, Paper 66-48, 32 p.

- Dyke, A.S. et Prest, J.K., 1987. Late Wisconsinian and Holocene history of the Laurentide Ice Sheet. *Géographie physique et Quaternaire*, 41 : 237-263.
- Emery, K.O. et Aubrey, D.G., 1991. Sea levels, land levels and tide gauges. Springer-Verlag, New York, 237 p.
- Ferland, P. et Occhietti, S., 1990. L'argile de La Pérade : nouvelle unité marine antérieure au Wisconsinien supérieur, vallée du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 44 : 159-172.
- Gangloff, P. et Richard, P., 1983. Reconnaissance géomorphologique et palynologique au site archéologique Lavoie. In *École de Fouille de Grandes-Bergeronnes*, UQAM, Laboratoire d'Archéologie, rapport non publié, 14 p.
- Govare, É. et Gangloff, P., 1989. Paléoenvironnement d'une plage tardiglaciaire de 10 580 ans BP dans la région de Charlevoix, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 43 : 147-160.
- Govare, É. et Gangloff, P., 1991. Les dépôts lacustres d'obturation de Saint-Placide, Charlevoix, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 45 : 141-154.
- Guilbault, J.-P., 1991. Micropaleontology of seven Quaternary sediment samples from the Arctic Archipelago, N.W.T. Rapport non publié préparé pour Douglas Hodgson, Geological Survey of Canada.
- Hardy, L., 1970. Géomorphologie glaciaire et post-glaciaire de St-Siméon à St-François d'Assises (Comtés de Charlevoix Est et de Chicoutimi). Thèse de maîtrise, Département de géographie, Université Laval, Québec, 112 p.
- Harmon, R.S., Schwarcz, H.P. et Ford, D.C., 1978. Late Pleistocene sea level history of Bermuda. *Quaternary Research*, 9 : 205-218.
- Hearty, P.J., Miller, G.H., Stearns, C.E. et Szabo, B.J., 1986. Aminostratigraphy of Quaternary shorelines in the Mediterranean basin. *Geological Society of America Bulletin*, 97 : 850-858.
- Labelle, C. et Richard, P.J.H., 1981. Végétation tardiglaciaire au sud-est du parc des Laurentides, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 35 : 345-359.
- Lajoie, G., 1981. Zones exposées aux mouvements de terrain, région de Charlevoix. Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, rapport DPV-812, 35 p.
- LaSalle, P., 1965. Radiocarbon dates from the Lake St. John area, Quebec. *Science*, 149 : 860-862.
- LaSalle, P., Martineau, G. et Chauvin, L., 1977. Morphologie, stratigraphie et déglaciation dans la région de Beauce - Monts Notre-Dame - Parc des Laurentides. Québec, ministère des Richesses naturelles, rapport DPV-516, 74 p.
- LaSalle, P. et Rondot, J., 1967. New ^{14}C dates from the Lac Saint-Jean area, Québec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 4 : 568-571.
- LaSalle, P. et Tremblay, G., 1978. Dépôts meubles Saguenay / Lac-Saint-Jean. Québec, ministère Richesses naturelles, rapport géologique 191, 61 p.
- Laverdière, C., Guimont, P. et Dionne, J.-C., 1985. Les formes et les marques de l'érosion glaciaire du plancher rocheux : signification, terminologie, illustration. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 51 : 365-387.
- Lavoie, J., 1983. Répertoire des datations ^{14}C au Québec. mémoire de bacc., Département de géographie, Université Laval, Québec, 351 p.
- Loring, D.H. et Nota, D.J.G., 1973. Morphology and sediments of the Gulf of St. Lawrence. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 182, 147 p.
- Lortie, G. et Guilbault, J.-P., 1984. Les diatomées et les foraminifères de sédiments marins post-glaciaires du Bas Saint-Laurent (Québec). Une analyse comparée des assemblages. *Naturaliste canadien*, 111 : 297-310.
- Lougee, R.J. et Lougee, C.R., 1976. Late Glacial chronology. New York, Vantage Press, 553 p.
- Lowdon, J.A. et Blake, W., 1973. Geological Survey of Canada radiocarbon dates XIII. *Geological Survey of Canada, Paper* 73-7, 61 p.
- 1976. Geological Survey of Canada radiocarbon dates XVI. *Geological Survey of Canada, Paper* 76-7, 21 p.
- Miller, M.L., 1973. Région de Saint-Siméon - Tadoussac. Québec, ministère des Richesses naturelles, rapport géologique 159, 94 p.
- Morassee, R. et Barrette, L., 1981. Répertoire des datations par le ^{14}C au Québec. Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources. Laboratoire de géochronologie, 65 p.
- Morassee, R. et Barrette, L., 1982. Répertoire des datations par le ^{14}C au Québec. Mise à jour 1981. Québec, ministère de l'énergie et des Ressources. Laboratoire de géochronologie, 31 p.
- Occhietti, S., 1980. Le Quaternaire de la région de Trois-Rivières - Shawinigan. Contribution à la paléogéographie de la vallée moyenne du Saint-Laurent et corrélations stratigraphiques. *Paléo-Québec* 10, 227 p.
- 1989. Géologie quaternaire de la sous-région de la vallée du Saint-Laurent et des Appalaches, p. 374-407. In R.J. Fulton éd., *Le Quaternaire du Canada et du Groenland*. Commission géologique du Canada, Ottawa.
- 1990. Lithostratigraphie du Quaternaire de la vallée du Saint-Laurent : méthode, cadre conceptuel et séquences sédimentaires. *Géographie physique et Quaternaire*, 44 : 137-145.
- Occhietti, S., Balescu, S., Lamothe, M., Clet M., Cronin, T., Ferland, P. et Pichet, P., sous presse. Late Stage 5 glacio-isostatic Sea in the St. Lawrence Valley, Canada and USA. *Quaternary Research*.
- Occhietti, S. et Clet, M., 1989. The last interglacial/glacial group of sediments in the Saint-Lawrence valley, Québec, Canada. *Quaternary International*, 3-4 : 123-129.
- Occhietti, S., et Dionne, J.-C. (en préparation). Écoulement glaciaire vers le nord-est, secteur de l'estuaire du Saint-Laurent.
- Occhietti, S., Long, B., Clet, M., Boespflug, X. et Sabeur, N., 1995. Séquence de la transition Illinoien-Sangamonien : forage IAC-91 de l'île aux Coudres, estuaire moyen du Saint-Laurent, Québec. *Revue canadienne des sciences de la Terre*, 32 : 1954-1967.
- Occhietti, S., Raynal J.-P., Pichet, P. et Texier, J.-P., 1993. Aminostratigraphie du dernier cycle climatique au Maroc atlantique, de Casablanca à Tanger. *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, t. 317, Série II : 1625-1632.
- Parent, M., Dubois, J.-M.M., Bail, P., Laroque, A. et Laroque, G., 1985. Paléogéographie du Québec méridional entre 12 500 et 8000 BP. *Recherches amérindiennes*, 15 (1-2) : 17-37.
- Praeg, D., d'Anglejan, B. et Syvitski, J.P.M., 1992. Seismostratigraphy of the middle St.Lawrence estuary : A Late Quaternary glacial marine to estuarine depositional/erosional record. *Géographie physique et Quaternaire*, 46 : 133-150.
- Praeg, D.B. et Syvitski, J.P.M., 1991. Marine geology of Saguenay Fjord. *Geological Survey of Canada, Open File report* 2395, 14 pl.
- Prest, V.K., 1969. Retreat of Wisconsin and Recent ice in North America. *Geological Survey of Canada, carte* I257A, échelle : 1/15 000 000.
- Prichonnet, G. et Daigneault, R.A., 1988. Les îles barrières post-glaciaires et les variations relatives du niveau marin à l'Holocène, côte nord, Québec. VI^e Congrès de l'AQQUA (Rimouski), Résumés des communications, p. 78.
- Québec, 1990. Tadoussac. Carte de dépôts de surface. Document de travail. Québec, Service de l'Inventaire forestier, ministère de l'Énergie et des Ressources, carte SIF-22C/4, échelle : 1/50 000.
- Richard, P.J.H., 1985. Couvert végétal et paléoenvironnements du Québec entre 12 000 et 8000 ans BP. *Recherches amérindiennes au Québec*, 15 : 39-56.
- 1994a. Postglacial paleophytogeography of the eastern St. Lawrence River watershed and the climatic signal of the pollen record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 109 : 137-161.
- 1994b. Wisconsinian Late-glacial environmental change in Québec : A regional synthesis. *Journal of Quaternary Science*, 9 : 165-170.

- Richard, P. et Poulin, Ph., 1976. Un diagramme pollinique au mont des Éboulements. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 13 : 145-156.
- Rondot, J., 1974. L'épisode glaciaire de Saint-Narcisse dans Charlevoix, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 28 : 375-388.
- 1979. Reconnaissance géologique dans Charlevoix-Saguenay. Québec, ministère des Richesses naturelles, rapport géologique DPV-682, 44 p.
- Samson, C., Barrette, L., Lasalle, P. et Fortier, J., 1977. Québec radiocarbon measurements I. *Radiocarbon*, 19 : 96-100.
- Schafer, C.T., Smith, J.N. et Côté, R., 1990. The Saguenay Fiord : A major tributary of the St. Lawrence estuary, p. 378-420. *In* M.I. El-Sabh et N. Silverberg, édit., *Oceanography of a large-scale estuarine system : The St. Lawrence*, New York, Springer-Verlag.
- Shackleton, N.J. et Matthews, R.K., 1977. Oxygen isotope stratigraphy of late Pleistocene coral terraces in Barbados. *Nature*, 268 : 618-619.
- Shepard, F.P., 1931. St Lawrence (Cabot Strait) submarine trough. *Geological Society of America Bulletin*, 42 : 853-864.
- St-Julien, P., 1992. Géologie de l'île aux Lièvres et des îles du Pot à l'Eau de Vie. Québec, rapport soumis à la Société DUVETNOR, Ltée., 12 p., 1 carte h.t.
- Syvitski, J.P.M., Burrell, D.C. et Skei, J.M., 1986. *Fiords : Processes and Products*. Springer-Verlag, New York, 379 p.
- Syvitski, J.P.M. et Praeg, D.B., 1989. Quaternary sedimentation in the St. Lawrence estuary and adjoining areas, Eastern Canada : An overview based on high resolution seismo-stratigraphy. *Géographie physique et Quaternaire*, 43 : 291-310.
- Thomas, R.H., 1977. Calving bay dynamics and ice sheet retreat up the St. Lawrence valley system. *Géographie physique et Quaternaire*, 31 : 347-356.
- Vallières, A., 1984. Stratigraphie et structure de l'orogène taconique de la région de Rivière-du-Loup, Québec. Thèse de doctorat, Département de géologie, Université Laval, Québec., 316 p.
- Wagner, F.J.E., 1970. Faunas of the Pleistocene Champlain Sea. *Geological Survey of Canada, Ottawa, Bulletin* 181, 104 p.